

О.В.Ковальова

## Особливості впливу електромагнітного поля низькочастотного електричного струму на пренатальний розвиток

*Досліджено вплив електромагнітного поля низькочастотного електричного струму на пренатальний розвиток ембріонів курей. Враховуючи велику кількість зовнішніх факторів, що впливають на результат, було проведено три інкубації. При триразовій обробці впродовж 1 хв (на 9, 12 та 15-ту добу інкубації) підвищується виводимість яєць, скорочується тривалість інкубації і виводу, зменшується смертність зародків у процесі інкубації.*

*Ключові слова: інкубаційні яйця, електромагнітне поле низькочастотного електричного струму, виводимість, тривалість інкубації, тривалість виводу, смертність зародків.*

### ВСТУП

Питання впливу електромагнітних полів (ЕМП) на живі організми впродовж тривалого часу викликає інтерес науковців, тому таким дослідженням присвячено багато праць останніх десятиліть вітчизняних і зарубіжних авторів [2, 3, 6, 10, 14, 15, 17, 23, 31–36]. Досить добре вивчено дію на біологічні об'єкти штучних електромагнітних полів різної інтенсивності [1, 7, 16, 22, 26, 28–30]. Зокрема показані клітинно-молекулярні механізми сприйняття електромагнітних хвиль і виокремлена загальна схема функціональної системи електромагнітної регуляції людського організму [9]. Особливу увагу, у зв'язку з технічним прогресом, викликають дослідження впливу приладів, що продукують ЕМП, створювані низькочастотним електричним струмом (НЕС). Але існуючі праці не дають достатнього уявлення про дію ЕМП НЕС на процеси пренатального розвитку, наприклад курячих ембріонів.

Мета нашої роботи – дослідження особливостей впливу ЕМП НЕС на пренатальний розвиток курячих ембріонів.

© О.В.Ковальова

### МЕТОДИКА

Досліджували курячі інкубаційні яйця. Курчат виводили в П'ятигорському інкубаторі ИПХ-5-01 ГОСТ 14097-80, згідно з діючими вимогами [4].

Джерелом ЕМП НЕС був прилад «LEIT» з характеристиками частоти струму від 8 до 124 Гц, сили струму – від 12 до 330 мА, який сертифікований в Україні Державною службою лікарських засобів і виробів медичного призначення та внесений у Державний реєстр медичної техніки та виробів медичного призначення України (Свідоцтво про державну реєстрацію № 5457/2006). Вплив приладу на курячі інкубаційні яйця здійснювали за допомогою спеціально розроблених датчиків, які були обмотані бинтом, змоченим у фізіологічному розчині. Їх прикладали з обох кінців яйця для досягнення максимального контакту з ЕМП.

Враховуючи велику кількість зовнішніх факторів, що впливають на результат, проведено три інкубації. В першому дослідженні в інкубатор було закладено 55 яєць. Після контролю розвитку за допомогою

овоскопа на 9-ту добу інкубації (передплодовий період) було встановлено, що він розпочався в 51 інкубаційному яйці, які склали контрольну (27 штук) і дослідну (24 штуки) групи. Експериментальна група була розбита на 3 підгрупи по 8 яєць. Обробка ЕМП НЕС кожного яйця тривала 1 хв. Вплив на дослідні яйця повторювали тричі на 9, 12 та 15-ту добу інкубаційного періоду. При цьому першу підгрупу обробляли приладом «LEIT» з частотою струму 8 Гц і силою струму 12 мА; другу підгрупу – з частотою струму 60 Гц, силою струму 60 мА; третю підгрупу – з частотою струму 124 Гц і силою струму 330 мА.

У другому експерименті було закладено 60 інкубаційних яєць. Після контролю розвитку за допомогою овоскопа на 9-ту добу інкубації (передплодовий період) встановлено, що він розпочався в 58 інкубаційних яйцях, які склали контрольну (22 штуки) і дослідну (36 штук) групи. Експериментальна група була поділена на 3 підгрупи по 12 штук. Обробку цих яєць проводили за допомогою приладу «LEIT» при постійній частоті 60 Гц (яка показала 100%-ну виводимість у першому експерименті) і різною силою струму (12, 60 і 330 мА).

У третьому експерименті взято 55 інкубаційних яєць, які склали контрольну (27 штук) і дослідну (28 штук) групи. Інкубаційні яйця в дослідній групі обробляли за допомогою приладу «LEIT» з частотою струму 60 Гц, силою струму – 60 мА. Під час експерименту були розітнуті та проаналізовані яйця на 7, 9, 10 та 15-ту добу після закладання.

Також проведено контроль таких морфологічних і фізіологічних показників, як маса яйця, індекс форми (співвідношення малого діаметра яйця до великого).

Контрольною групою були курячі інкубаційні яйця, які знаходилися в таких самих умовах, як і експериментальні.

Результати оцінювали за методичним посібником “Інкубація яєць сільськогоспо-

дарської птиці” [4], а також порівнювали з даними літератури [12, 18, 20, 24, 25, 27].

Масу яєць визначали на вагах ВТК-200 з точністю вимірювань до 0,1 г.

Статистичну обробку результатів та побудову діаграм здійснювали на персональному комп'ютері в операційному середовищі “Windows XP” у прикладній програмі “Microsoft Excel” пакета “Microsoft Office”.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Перед початком інкубації обчислили морфологічні показники яєць. Їхня маса у контрольних і експериментальних групах коливалася в межах 57,2–57,5 г, що свідчить про відносну однорідність вибірок, а також відповідає вимогам діючих стандартів [5, 11, 20, 22]. За формою яйця обох груп також суттєво не відрізнялися, і індекс форми у них коливався від 75,2 до 75,4 %, що відповідає літературним даним [11, 22]. У період інкубації був визначений такий показник, як заплідненість яєць. В проведених експериментах середня заплідненість відповідала діючим вимогам з якості інкубаційних яєць [4, 12, 18, 20, 24, 25, 27] і становила 96,67 %.

Проведений після інкубації контроль показав, що ЕМП НЕС позитивно впливає на виводимість інкубаційних яєць (рис. 1).

У першому експерименті виведено 16 контрольних і 22 експериментальних курчат, що становило 59,3 і 91,7 % відповідно від кількості закладених на інкубацію яєць. Найкращий результат (100 % виводимості) був отриманий при впливі приладом «LEIT» з частотою струму 60 Гц і силою струму 60 мА. У другому експерименті в результаті інкубації було виведено 14 контрольних і 36 експериментальних курчат, що становило 63,6 і 100 % відповідно від кількості закладених яєць. У третьому експерименті було виведено 10 контрольних і 16 експериментальних курчат, що становило 55,6 і 84,2 % відповідно від

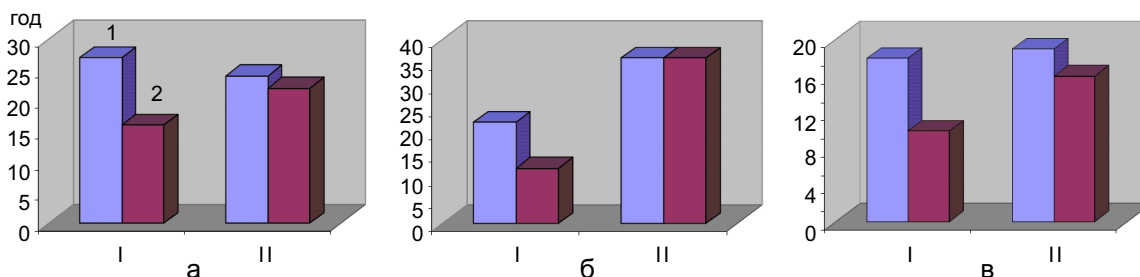


Рис. 1. Результати виводимості в контрольній (I) і експериментальній (II) групах: а – перший експеримент; б – другий експеримент; в – третій експеримент. 1 – кількість закладених запліднених яєць, 2 – кількість виведених курчат

кількості закладених яєць, що залишилися після їх відбору із живими зародками на розтин.

Відомо, що тривалість інкубації яєць сільськогосподарської птиці пов'язана з інтенсивністю обміну речовин у зародка. Якщо через які-небудь причини обмін речовин порушується, то в більшості випадків подовжується період інкубації, тому контроль за цим чутливим показником має велике практичне значення [18, 24]. В результаті впливу ЕМП НЕС відмічено різницю в часі початку виводу курчат, а також у тривалості цього процесу (в експериментальній групі починався в більш ранні строки та відбувався впродовж більш короткого часу порівняно з контролем). Отримані результати можуть свідчити про більш повноцінний розвиток інкубаційних яєць в експериментальних групах, що призводило до більш своєчасного початку виводу і до більш короткої його тривалості (рис. 2).

Звичайно розрізняють декілька критичних періодів у житті курячого зародка – це

3–5, 14–15 і 19–20-та доба. Багато дослідників пов'язують перший період з тривалим зберіганням яєць до інкубації, з їх перегріванням на початку процесу, другий – з їх низькою якістю (нестача вітамінів і інших поживних речовин при годуванні птиці), третій – з порушеннями в режимі інкубації. При цьому відмічається, що наприкінці інкубації смертність звичайно буває в 3 рази вищою, ніж напочатку. Загиблі в ці періоди ембріони відносять до відходів інкубації [8, 13, 18, 20]. У нашому дослідженні динаміка смертності зародків була такою. У першому експерименті в контрольній групі загинуло 7 ембріонів на 4–5-ту добу інкубації («кров'яні кільця»), 1 ембріон – на 14–15-ту добу інкубації («завмерлий») і 3 ембріони загинуло на 19–20-ту добу інкубації («задохлики»). У дослідній групі загинуло 2 ембріони на 4–5-ту добу інкубації («кров'яні кільця»), а «завмерлі» і «задохлики» виявлені не були. У другому експерименті в контрольній групі загинуло 2 ембріони на 14–15-ту добу

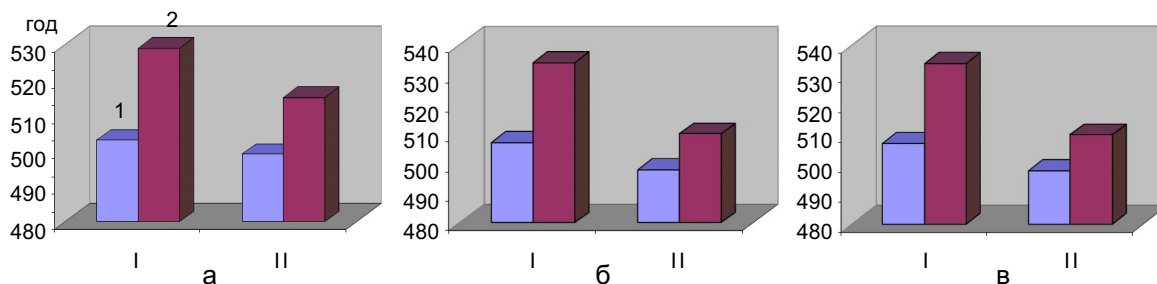


Рис. 2. Тривалість інкубації в контрольній (I) і експериментальній (II) групах: а – перший експеримент; б – другий експеримент; в – третій експеримент. 1 – початок інкубації, 2 – кінець інкубації

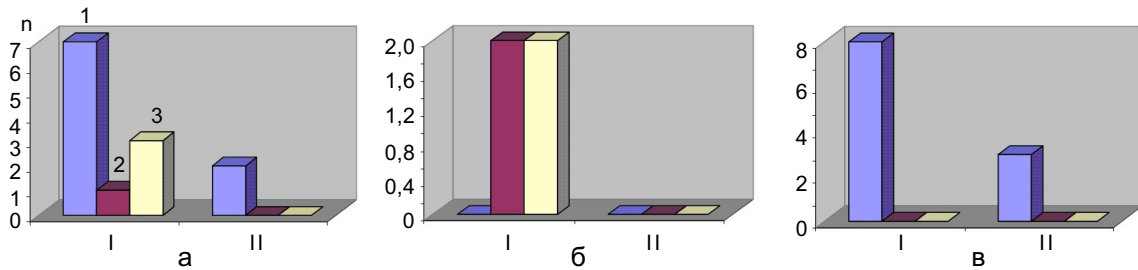


Рис. 3. Динаміка смертності в контрольній (I) і експериментальній (II) групах: а – перший експеримент; б – другий експеримент; в – третій експеримент. 1 – кров’яні кільця (4–5-та доба інкубації), 2 – «завмерлі» (14–15-та доба інкубації), 3 – «задохлики» (19–20-та доба інкубації)

інкубації («завмерлий») і 2 ембріони – на 19–20-ту («задохлики»). В експериментальній групі не загинув жоден ембріон.

У третьому експерименті в контрольній групі загинуло 8 ембріонів на 4–5-ту добу інкубації («кров’яні кільця»), «завмерлі» і «задохлики» були відсутні. У дослідній групі загинуло 3 ембріони на 4–5-ту добу інкубації («кров’яні кільця»), а «завмерлих» і «задохликів» виявлено не було. Таким чином, аналіз результатів інкубації показав, що ЕМП НЕС має позитивний вплив на розвиток ембріонів, про що свідчить менша кількість загинувших ембріонів в експериментальній групі (рис. 3).

На 7, 9, 10 і 15-ту добу після закладання були розітнуті і візуально проаналізовані оболонка, її розвиток, стан сітки кровоносних судин, очні яблука, шийний і хвостовий відділи, а також дзьоб і повітряна камера та розмір ембріонів. Показано, що вірогідних розходжень між розвитком контрольних і експериментальних ембріонів не було.

Для оцінки розвитку нервової та серцево-судинної систем проаналізовано розвиток очного яблука та васкуляризацію на 3, 6, 10 та 15-ту добу інкубації в контрольній і експериментальній групах. Отримані результати підтверджують позитивний вплив ЕМП НЕС на ці процеси, що може при подальших дослідженнях використане як модель для оцінки впливу ЕМП НЕС на нервову і серцево-судинну системи (рис. 4).

Таким чином, ЕМП НЕС, на нашу думку, комплексно впливає на фізіологічні системи курячих зародків в період інкубації як завдяки дії електромагнітного поля, створюваного приладом, так і низькочастотному струму, який має можливість проникати усередину курячого яйця, враховуючи фізіологічні особливості шкаралупи. Також, ми вважаємо, що першочерговий вплив здійснюється безпосередньо на розвиток алантоїса, який для зародка є органом дихання, набуває функції виділення нирок і ізолює їх, для зародка майже єдиним

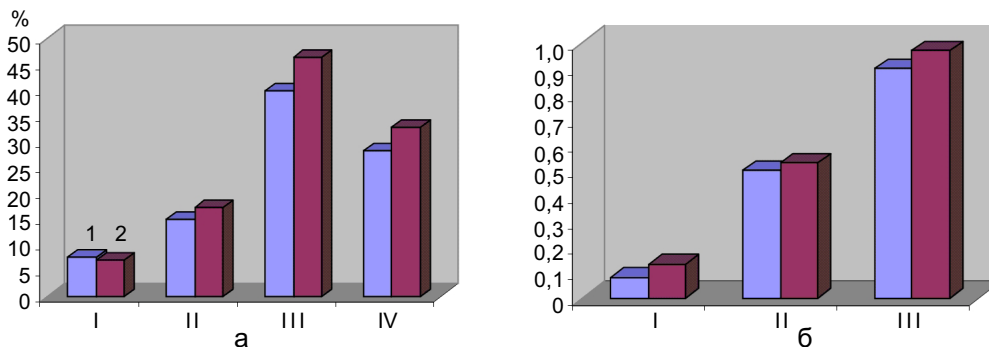


Рис. 4. Аналіз розвитку очного яблука й васкуляризації на 3-тю (I), 6-ту (II), 10-ту (III) і 15-ту (IV) добу інкубації в контрольній (1) і експериментальній (2) групах: а – аналіз площі васкуляризації; б – аналіз площі очного яблука

джерелом надходження кальцію, відіграє важливу роль у використанні зародком білка. Адже своєчасний ріст алантоїса має важливе значення для загального розвитку та росту зародка, адекватного використання білка і жовтка. Отже, ЕМП НЕС діє не на окремі органи та системи, а на функціонування усього зародка, не здійснюючи суттєвого впливу на розміри, про що свідчать результати розтину і аналізу яєць на 7, 9, 10 і 15-ту добу після закладання в третьому експерименті: істотних відмінностей між розвитком контрольних і експериментальних яєць виявлено не було, а незначні відмінності пояснюються розмірами закладених на інкубацію яєць.

## ВИСНОВКИ

1. Більш повноцінний розвиток інкубаційних яєць сприяє більш своєчасному початку виводу і більш короткій його тривалості.

2. ЕМП НЕС позитивно впливає на розвиток ембріонів.

3. ЕМП НЕС позитивно впливає на виводимість курячих інкубаційних яєць.

4. Обробка ЕМП НЕС не пошкоджує пренатальний розвиток курячих зародків.

**А.В. Ковальова**

## ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ПРОЦЕССЫ ПРЕНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Исследовано влияние электромагнитного поля низкочастотного электрического тока на процессы пренатального развития эмбрионов кур. Учитывая большое количество внешних факторов, влияющих на результат, было проведено три инкубации. При трехкратной обработке в течение 1-й минуты (на 9, 12 и 15-е сутки инкубации) повышается выводимость яиц, сокращается время инкубации и длительность вывода, уменьшается смертность зародышей.

Ключевые слова: инкубационные яйца, электромагнитное поле низкочастотного электрического тока, выводимость, продолжительность инкубации, длительность вывода, смертность зародышей.

**A.V. Kovalyova**

## THE INFLUENCE OF A LOW-FREQUENCY CURRENT ELECTROMAGNETIC FIELD ON PRENATAL DEVELOPMENT

The influence of a low-frequency current electromagnetic field on prenatal processes of chick embryos development was investigated. Considering multiple external factors influencing the result, three incubations have been performed. By triple processing during 1 minute (for 9th, 12th and 15th incubation days), the deductibility of eggs raises, the time of incubation and output duration is reduced, decreases death rate of embryos during the incubation.

Key words: incubatory eggs, an electromagnetic field of a low-frequency electric current, deductibility, incubation duration, output duration, death rate of embryos.

*Zaporozhye National University*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Багацька О.В., Гура О.В. Дослідження анальгезії, викликаної впливом на точку акупунктури мікрохвиль низької інтенсивності, у мишей різних генотипів // Фізіол. журн. – 2004. – **50**, № 2. – С. 80–85.
2. Березовський В.Я. Біофізична медицина. Витоки та сучасність // Там само. – 2001. – **47**, №1 (частина 2). – С. 4–12.
3. Березовський В.Я. Специфічні та неспецифічні ефекти електромагнітних випромінювань у біологічних об'єктах // Там само. – 2003. – **49**, № 2. – С. 13–24.
4. Бреславець В.О., Сахацький М.І., Стегній Б.Т. Інкубація яєць сільськогосподарської птиці. – Харків, 2001. – 92 с.
5. Буртов Ю.З., Голдин Ю.С., Кривошипін І.П. Інкубація яєць: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 239 с.
6. Власов Ю.В., Биляшевич Т.В. Влияние на организм человека электромагнитных полей // Безопасность жизнедеятельности: образование, экология, охрана труда, пожарная и промышленная безопасность, безопасность в ЧС: материалы XI междунар. науч. чтений МАНЭБ и Междунар. науч.-метод. конф. по безопасности жизнедеятельности, Новочеркасск, 24–26 мая 2007. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2007. – С. 130–135.
7. Высоцкая Е.Ф., Степанова Н.В. Скэнар-реабилитация при вертеброгенном болевом синдроме // Педагогика, психология та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. – 2007. – №4. – С. 35–36.
8. Голубцова В.А. Критические периоды развития куриных эмбрионов в процессе инкубации // Сб. науч. тр. межрегион. научно-практической конф., посвящ. 100-летию со дня рождения проф. А.К. Ермолаева. – Великие Луки. – 2005. – С. 98–101.
9. Гуляр С.О., Лиманський Ю.П. Механізми первинної рецепції електромагнітних хвиль оптичного діапа-

- зону // Фізіол. журн. – 2003. – **49**, № 2. – С. 35–44.
10. Давыдов Б.И., Зуев В.Г., Обухова С.Б. Электромагнитные поля: возможен ли канцерогенный риск? // Авиакосм. и экол. медицина. – 2003. – **37**, №2. – С. 16–19.
  11. Дядичкина Л. Качество яиц – залог успешной инкубации // Птицеводство. – 2008. – №3. – С. 21–23.
  12. Дядичкина Л.Ф., Познякова Н.С., Главатских О.В. Пособие по биологическому контролю при инкубации яиц с.-х. птицы. – Сергиев Посад, 2004 – 83 с.
  13. Дядичкина Л. Эмбриональная смертность птицы // Птицеводство. – 2007. – №4. – С. 8–9.
  14. Иванов В.Б., Субботина Т.И., Хадарцев А.А. Облучение экспериментальных животных низкоинтенсивным крайневысокочастотным электромагнитным полем как фактор канцерогенеза // Бюл. эксперим. биологии и медицины. – 2005. – **139**, №2. – С. 211–214.
  15. Лиманський Ю.П., Колбун М.Д. Інформаційно-хвильова гіпотеза болю // Фізіол. журн. – 2004. – **50**, № 3. – С. 92–102.
  16. Лузін В.І., Похвалітій А.П., Кучеренко С.Л., Бережний Є.П. Вплив електромагнітних полів на хімічний склад регенерату кістки при пластиці дефектів керамічним гідроксилапатитом // Фізіол. журн. – 2003. – **49**, № 2. – С. 91–95.
  17. Мельчиков А.С., Мельчикова Н.М. Изменение гомеостаза при действии экстремальных факторов электромагнитной природы (экспериментальное исследование) // Успехи соврем. естествознания. – 2004. - №3. – С. 19.
  18. Орлов М.В. Биологический контроль в инкубации // Под общ. ред. И.П. Кривопишина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 223 с.
  19. Острякова А.Е., Иванова Т.В., Подстрешный А.Т., Бреславец В.А. Физико-морфологические показатели качества яиц различных линий и гибридов яичных кур // Птахівництво: Міжвід. темат. наук. зб. / УААН. — Харків, 2003. – Вип. 53. – С. 93–100.
  20. Отрыганьев П.К., Исаев Ю.А., Дядичкина Л.Ф. Рекомендации по диагностике причин эмбриональной смертности сельскохозяйственной птицы // ВНИТИП. – Загорск, 1982. – 34 с.
  21. Печеніжська Т.Б., Острякова О.Є., Коваленко Г.Т., Статник І.Я. Якість яєць у ліній яєчних курей різного генетичного походження // Птахівництво: Міжвід. темат. наук. зб. / ІП УААН. – Харків, 2004. – Вип. 55. – С. 83–87.
  22. Попадюха Ю.А., Сычев С.А. Применение нетрадиционных средств в профилактике остеохондроза у спортсменов силовых видов спорта // Педагогіка, психологія та мед.-біол. пробл. фіз. виховання і спорту. – 2007. – №4. – С. 170–174.
  23. Пресман А.С. Электромагнитное поле и живая природа. – М.: Наука, 1968. – 310 с.
  24. Прокудина Н.А., Артеменко А.Б., Огурцова Н.С. Методы биологического контроля в инкубации // Под общ. ред. Ю.А. Рябокопя. – Борки, 2006. – 107 с.
  25. Справочник по инкубации яиц/ Под ред. Ю.Н. Владимировой. – М.: Колос, 1983. – 176 с.
  26. Сушко Б.С., Лиманський Ю.П. Зміна больової реакції при поєднанні дії модуляторів оксиду азоту та низькоінтенсивного електромагнітного поля // Фізіол. журн. – 2005. – 51, № 5. – С. 50–55.
  27. Фисинин В.И., Дядичкина Л.Ф., Голдин Ю. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: Метод. рекомендации / Под общ. ред. В.И. Фисинина. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2005. – 120 с.
  28. Чаяло П.П., Грубник Б.П. Характеристика показателей биологического окиснения при действии электромагнитного випромінювання міліметрового діапазону на організм людини // Фізіол. журн. – 2003. – **49**, № 2. – С. 31–34.
  29. Чеботарьова Л.Л., Чеботарьов Г.Є. Застосування низькоенергетичних електромагнітних впливів при діабетичних поліневропатіях // Там само. – 2003. – **49**, № 2. – С. 85-90.
  30. Чуян О.М., Темур'янц Н.А., Махоніна М.М., Заячкінова Т.В. Зміна концентрації цитокінів у крові щурів під впливом гіпокінетичного стресу та низькоінтенсивного електромагнітного випромінювання надвисокої частоти // Там само. – 2005. – **51**, № 6. – С. 70–78.
  31. Электромагнитные поля в биосфере (в 2-х томах). Т.II. Биологическое действие электромагнитных полей. – М.: Наука, 1984. – 321 с.
  32. Adair R.K. Constraints on Biological Effects of Weak Extremely-lowfrequency Electromagnetic Fields // Phys. Rev. – 1991. – А **43**. – P. 1039–1048.
  33. Bovelli R., Bennici A. Stimulation of germination, callus growth and shoot regeneration of *Nicotiana tabacum* L. by Pulsing Electromagnetic Fields (PEMF) // Adv. Hort. Sci. – 2000. – **14**. – P. 3–6.
  34. Davies M.S. Effects of 60 Hz electromagnetic fields on early growth in three plant species and a replication of previous results // Bioelectromagnetics. 1996. – **17**. – Issue 2. – P. 154–161.
  35. De Loecker W., Delpont P.H., Cheng N. Effects of pulsed electromagnetic fields on rat skin metabolism // Biochim. Biophys. Acta. – 1989. – Jun 26. – **982**(1). – P. 9–14.
  36. Lucchesini M., Sabatini A.M., Vitigliano C., Dario P. The pulsed electromagnetic field stimulation effect on development of *Prunus cerasifera* in vitro derived plantlets // Acta Horticulturae. – 1992. – **310**. – P. 131–136.