

CHAPTER 2. AGRICULTURAL SCIENCES

THEORETICAL REGULARITIES OF THE ENERGY TRANSFORMATION INDUCED ON THE SOWING MATERIAL OF ELECTROMAGNETISM IN THE LIFE PROCESSES OF A CULTIVATED PLANT

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ НАВЕДЕНОГО НА ПОСІВНИЙ МАТЕРІАЛ ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ У ЖИТТЄВІ ПРОЦЕСИ КУЛЬТУРНОЇ РОСЛИНИ

Miroshnyk Oleksandr¹
Paranjuk Volodymyr²

DOI: dx.doi.org/10.30525/978-9934-571-30-5_2

Abstract. Studies are devoted to transformation of a cultivated plant, guided by electromagnetism in the form of an electric crown discharge in the living perennials of plants in the soil of its cultivation on the biological plant organism. Increasing the energy level of a plant's life is predicted according to the laws that were laid by its selection. At the theoretical level, it is determined that the electrotomic energy transformed into plant life by the laws of nature can be transient radiation. Such radiation is mathematically modeled by the intersection process, moving with a constant velocity of an electrically charged elementary particle, the boundary of the air environment – a plant living cell (cellular medium) in the stage of complete homeostasis. It is precisely this stage of a living plant organism that allows the plant environment to be modeled by a cellular dietary environment for

¹ Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of Power Supply and Energy Management,
Kharkiv National Technical University of Agriculture by Petro Vasylenko, Ukraine

² Candidat of Technical Sciences, Associate Professor,
Lviv National Agrarian University, Ukraine

which a mathematical model of transient radiation is studied. The proposed theoretical cones have the fact of experimental confirmation by field donkeys, according to the methods of plant removal, in two different soil-climatic zones the obtained theoretical concavities have been confirmed. According to the results of these studies in 2012, the scientific discovery in the field of knowledge on plant biology was declared. The basic scientific achievements of this work is the introduction of a system of reference of the vital processes of a cultivated plant in the form of complete homeostasis. It is established that in this state in the plant cell and tissue there are harmonic oscillation processes, which allows mathematically to model them. An update on the genetically laid down vital signs in a cultivated plant is considered in the system of soil and plant in accordance with the laws of cultural plant growing. Labor has a scientific novelty in mathematical physics, plant biology, plant cultivation and soil ecology. Obtained in the remote areas of knowledge, new laws, properties and phenomena can bear the fundamental changes in the level of knowledge of reality.

1. Вступ

Вирішити проблему формування життєвих процесів у системі рослина-грунт можна, визначивши попередньо підхід до вивчення перетворення наведеного на посівний матеріал культурної рослини керованого електромагнетизму у енергетичний рівень життєдіяльності рослини при її вирощуванні у родючому ґрунті за законами природи без антропогенезу.

Сучасна математична фізика має нові досягнення впливу наведеного на діелектричне середовище електромагнетизму, модельованого у формі руху з постійною швидкістю електричного заряду (електрона) із простору вакууму у складний, теоретично формований та реально можливий за законами фізики твердого тіла та неперервних середовищ, матеріальний нестійкий дисперсний діелектричний простір (діелектрик).

В даних дослідженнях прийнято гіпотезу про те, що згаданим діелектричним середовищем можна моделювати біологічне середовище рослини у стадії її повного гомеостазу.

У такому разі всі внутрішньоатомні та внутріядерні складні процеси у клітині проявляться закономірностями генерування в уявному, тобто теоретично сформованому на насініні, діелектричному середо-

вищі. Тут воно є у стані сприйняття дії електричних зарядів, генерованих дією наведеного електромагнетизму. Цей процес є гармонійною осциляцією електромагнітних процесів

Для не порушення законів життя рослини рух заряду у момент перетину границі повітря-клітина має бути із постійною швидкістю. Така швидкість у даному разі є обов'язковою, оскільки вона визначає відсутність небезпечних для життя клітини іонізуючих випромінювань.

Насінина культурної рослини у передпосівному стані практично є у життєвій стадії біологічної рівноваги, яка у біології рослин називається гомеостазом. Жива клітина у такій стадії набуває фізичних ознак діелектричної структури, але з новими широким простором гармонійних осциляцій. Внаслідок цього, життя, у ній піднімається на той енергетичний життєвий рівень, який було закладено селекцією її генотипу.

Таким чином у даних дослідженнях при їх подальшому розвитку можливе наукове відкриття.

2. Мета і ціль досліджень

Метою досліджень є побудова теоретичних положень перехідного випромінювання електричного заряду при перетині границі повітряного середовища і клітинного середовища насінини, яке знаходиться у стадії біологічної життєвої рівноваги – гомеостазу і надається моделюванню його діелектричним матеріальним середовищем.

Ціллю досліджень є екологічна еволюція системи рослина-грунт як засіб підвищення ефективності технології рослинництва сумісно із екологічним оновленням родючого ґрунту.

Дослідження стосуються підвищення рівня втраченої урожайності районованого сорту культурної рослини до стану, який було закладено її генотипом [1; 2-4]. Запатентовані технічні рішення [5-7] розкривають можливості практичного вирішення проблеми, у тому числі реалізації положень наукового відкриття [8; 9], яке могло би забезпечити сумісне підвищення ефективності культурного рослинництва із екологічним оновленням родючого ґрунту [11; 12; 22].

Виходячи з того, що Україна посідає третину світового клину найродючіших земель – чорноземів [11], і могла би забезпечувати продовольством до половини населення Землі [12], втілення у життя результатів даних досліджень є на даний час високоактуальним.

Отже методологічно дослідження доцільно спробувати скерувати на вищий фундаментальний рівень знань [14; 15].

Електричний струм коронного розряду через насіння, рух об'ємного заряду мають кореляцію із вимірними величинами: щільністю наведеного електричного струму та щільністю об'ємного заряду у робочій зоні технічного засобу обробки посівного матеріалу (рис. 1). При цьому діелектричне середовище у даному разі моделюється із всіма можливими ознаками неелектропровідного та напівелектропровідних неперервних дисперсних середовищ (напівпровідники із рп і пр-переходами, сегнетоелектрики, п'єзоелектрики і так далі). Це все реально підходить для моделювання електромагнетизму клітинного середовища живої рослинної тканини за основними його законами [13].

В дослідженнях відомого сучасного російського вченого Кобзева А. П. [14] та його попередника Гінсбурга В. Л. [15] неодноразово зазначалося про визрівшу необхідність надання дослідній моделі діелектрика ознак «живої матерії». Саме тут криється наукова новизна даної праці. Полягає вона у новому теоретичному трактуванні гомеостазу насінини у передпосівному стані.

3. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Порушення питання теорії перетворення енергії наведеного керованого електромагнетизму у життєву енергію рослини є новим науковим підходом, теоретичні положення якого було обґрунтовано в посібнику [22]. Можна вважати, що початкується новий крок національної науки з перетворення наведеного електромагнетизму у життя рослини [2-4] та наукове обґрунтування технічних засобів з вирішення сучасних проблем вдосконалення культурного рослинництва та сумісно екологічного оновлення родючого ґрунту технологічно доступними, економічно-ефективними та екологічно-доцільними електромагнітними діями на посівний матеріал культурних рослин [1; 5-7; 22].

При цьому слід зазначити, що до такої потреби привели не тільки проблеми національного аграрної науки та агропромислового виробництва в образі культурного рослинництва, а також і закономірності пізнання дійсності однією із фундаментальних областей знань – математичною фізикою [14; 15] та інших напрямів вироблення нових знань [17; 18; 19]. Це є підстава науково-технічного прогресу [1; 14; 22].

Основні положення задекларованого наукового відкриття [8; 9] мають своє підтвердження на емпіричному і, частково, на теоретичному, рівнях. Ці важливі дослідження було здійснено на районованих у двох ґрунтово-кліматичних зонах сортах багаторічних трав, а саме зона Передкарпаття і зона Лісостепу, сортах ґрунторекультивуючих та ґрунтооновлюючих однорічних і багаторічних кормових трав, а також на районованому у цих зонах сорті пшениці [1; 8; 9]. Проте в силу обставин тодішній Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону УААН (нині Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН), де було проведено в плановому порядку ці дослідження, не зміг надати їм продовження.

На підставі поглибленого аналізу останніх наукових досягнень з пізнання нелінійних просторово-органічних структур [17] та біофізики рослини можна зробити висновок, що біологічний стан спокою насінини перед підготовкою до висівання у родючий ґрунт [1; 2; 6; 7] можна моделювати як певну діелектричну систему без врахування проявів життєвих невідворотних змін. На підставі положень праць [17; 18; 19] обґрунтовано закономірності математичного опису фізичних процесів клітинного середовища на основі законів електромагнетизму.

Формування нових положень з перехідних випромінювань клітинного середовища рослин побудовано на останніх досягненнях біології рослини [20] та біофізики [21].

4. Результати досліджень

На підставі наведеного вище аналізу визначено об'єкт і предмет досліджень та інші їх ознаки, проведено дослідження, отримано результати і здійснено їх аналіз.

Предметом досліджень є математичне моделювання перехідних випромінювань при перетині рухаючогося із постійною швидкістю електричного заряду границі повітряний простір – клітинне середовище і визначення енергетичних перетворень рослинної системи наведеними електромагнітними діями на посівний матеріал у його стадії гомеостазу.

Наукова новизна досліджень – отримання нових достовірних, відтворених знань про перетворення наведеного на рослинну клітину культурної рослини у стадії гомеостаз керованого електромагнетизму у життєві процеси. Ці знання сформовано у такий спосіб, щоби вони

з змогли внести корінні зміни в рівень пізнання дійсності. Складовою частиною такої дійсності у даному можна представити процеси керованої еволюції системи рослина-грунт. Отже формування наукової новизни здійснено за умови скерування ідей наукового відкриття [8; 9] із області біологічних у нові знання з теоретичної фізики та техніки. Для цього в даній праці вперше постановлено питання про те, що сукупність насінин у стадії передпосівного спокою на початку передпосівної підготовки та обробки має мати сталий, урівноважений енергоресурсообмін клітини і клітинного середовища із оточуючим клітину матеріальним середовищем. Це відкриває можливість моделювати клітинне середовище рослини дисперсним середовищем діелектричним.

Зміст досліджень. Дослідження проведено вперше за новим методологічним підходом і новою послідовністю вироблення нових знань на стику біології рослин фізики і техніки:

- обґрунтовано нову технічну систему керованих електромагнітних дій на посівний матеріал у технології його підготовки;

- визначено теоретично модельну фізичну структуру посівного матеріалу як біологічного об'єкту сприйняття наведених електромагнітних дій;

- обґрунтовано закономірності взаємодії наведеного керованого електромагнетизму із рослинною клітиною та клітинним середовищем у стадії гомеостазу;

- визначено умови математичного моделювання перехідних випромінювань при перетині електричним зарядом границі повітря-клітина;

- теоретично досліджено механізм перетворення енергії перехідних випромінювань у енергетичний рівень життєвих процесів рослинної клітини і рослини;

- здійснено новий аналіз експериментальних досліджень з перетворення енергії наведеного на посівний матеріал електромагнетизму у природну еволюцію життєдіючої системи рослина-грунт;

- сформовано стратегію подальших досліджень з вирішення поставленої проблеми.

Принципова схема, побудованого на підставі [16], пристрою представлена на рис. 1. Блок високої напруги 1 (рис. 1) має на виході регульовану напругу до 25 кВ, яка підведена до коронуючого 2 і заземленого 9 електродів, між якими є робоча зона електромагнітних дій на, поступаючих із бункера подачі 3 насінини 7, посівного матеріалу.

Електромагнітні дії на насінини здійснюють сумісно їх сепарування за ознаками, придатними для сприйняття наведеного електромагнетизму і формування його у життєві процеси.

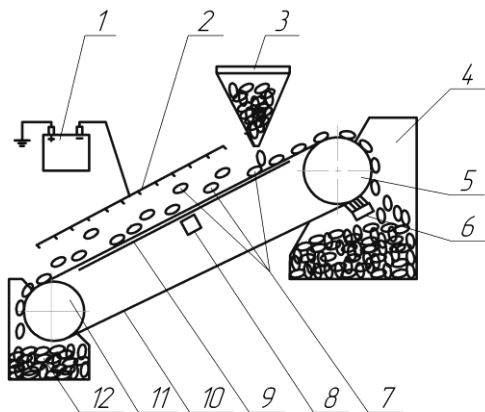


Рис. 1. Принципова схема електрофрикційного сепараторів ЕФС-01м

1 – блок високої напруги; 2 – коронуючий голчастий електрод; 3 – бункер подачі насіння; 4 – приймач насінневих відходів; 5 – ведучий валок транспортерної сепаруючої стрічки; 6 – щітка для очищення транспортерної стрічки від пилу; 7 – насінини; 8 – вібропистрій; 9 – плоский осаджувальний електрод; 10 – сепаруюча транспортерна стрічка; 11 – ведений валок транспортера; 12 – приймальний бункер кондиційного насіння

Електросепарування, тобто електровідбір якісних насінин, здійснюється генерованим голчастим електродом 2 (рис. 1) електричним коронним розрядом негативної полярності на транспортерній стрічці 10 із шороховатого напівдіелектричного матеріалу, яка рухається із регульованою постійною швидкістю (0-4 м/с) із низу вверх у контакт із розташованим під нею осаджувальним електродом 9 із фольгованого гетинаксу.

Рух стрічки здійснює ведений валок 5 під дію регульованого електроприводу (на рис. привод не показаний).

Для інтенсифікації процесу електрообробки під осаджувальним електродом 9 встановлено вібратор 8 з регульованою частотою коливань.

Відібране і електромагнітно відсепароване, тобто кондиційне, насіння збирається у нижньому приймальному бункері 12, а видалені відходи попадають у свій приймач 4. Стрічку 10 від пилу очищає щітка 6.

Таким чином приведена на рис. 1 фізична схема-модель відображає технологічний процес отримання придатного для сприйняття електромагнітних дій посівного матеріалу у формі сукупності кондиційних насінин шляхом здійснення на кожну із них наведених керованих електромагнітних дій.

Важливе значення при цьому має вібратор 8 (рис. 1). Оскільки не всі частини поверхні насінини однаково здатні приймати наведений електромагнетизм, то обертовий рух якісних насінин при їх скочуванні по стрічці 10 вниз тут є разом із вібраціями дуже важливим. Обертовий рух віброуючої насінини, в залежності від її електричних властивостей, надає електричний імпульс моменту. Цей імпульс викликаний неспівпадінням центру маси і центру електричного заряду.

$$i_m(\omega) = \frac{\partial q(t)}{\partial t} L \vec{r}, \quad (1)$$

де $i_m(\omega)$ – миттєве значення імпульсу змінного за обертовою функцією ω моменту, $Нм/с$; $q(t)$ – миттєве значення електричного заряду насінини, $Кл/с$; L – відстань між центром маси насінини і центром заряду, $м$; \vec{r} – одиничний радіус-вектор, направлений перпендикулярно до лінії L , безрозмірна величина.

Під дією обертання імпульсом (1) насінини 7 (рис. 1), вона всі сторони своєї поверхні почергово підставляє під стікаючу із голок 2 «лавину електронів» разом із іонами атомів повітря. Це інтенсифікує усі процеси обробки насіння.

Фізичну сутність процесу формування наведеного на посівний матеріал електромагнетизму показано на рис. 2. Схема робочої зони сепаруючого пристрою представляє систему генерування електричного коронного розряду.

Рис. 2а зображує будову електродів, рис. 2б – теоретично обґрунтоване розташування голок.

Рис. 2с моделює процес електромагнітних дій на посівний матеріал електричним полем з об'ємним зарядом.

Стікаючі з голок електрони отримують імпульс від різниці потенціалів між кінчиками голок і осаджувальним електродом

(рис. 2) як заземленої електропровідної площини, на якій знаходяться на транспортерній стрічці (на рис. 2 стрічка не показана) насінини 6.

Фізика процесу генерування об'ємного заряду у формі стікання з голок електронів є такою. Потік електронів (2с) з кінців голок 3 коронуючого електроду (на рис. 2 не вказаний), який у фізиці коронного розряду називають «лавиною електронів», у формі об'ємного заряду рухається в сторону осаджувального електроду 4 (рис. 2а).

Електрони володіють імпульсом потенціалу. Рухаючись в сторону осаджувального електроду 4 (рис. 2а) об'ємний заряд є змінним в часі внаслідок наявності в міжелектродному просторі насіння 6 (рис. 2с), тобто складного біологічного середовища, яке у даному разі моделюється середовищем складним діелектричним.

Розташування голок на рамці 1 коронуючого електроду (рис. 2б) є за формою рівностороннього трикутника із довжиною сторони 30мм. Це відповідає умові, що на міжелектродній відстані $h = 25$ см щільність заряду і щільність струму на осаджувальному електроді 4 (рис. 2а) будуть рівномірними

В загальній закономірності, поки-що не вникаючи в склад міжклітинного середовища сумарний генерований електричний заряд q_{Σ} , можна представити періодичною функцією часу у вигляді ряду Фур'є в координатній площині XOY (надалі індекс Σ буде упущено). Таким чином періодична функція зміни заряду всіх гармонік разом і гармонікою нульовою, яка є спільною для кожної із всіх окремо взятих гармонік ряду Фур'є має вигляд

$$q(t) \sim \frac{q_0}{2} + \sum_{k=1}^n (q_{xk} \cos k_t + q_{yk} \sin k_t), \quad (2.a)$$

де $q(t)$ – функція зміни в часі генерованого голчастим електродом у міжелектродний простір сумарного електричного заряду при його переміщенні до границі з клітиною в стадії гомеостазу, Кл/с; q_0 – нульова гармоніка, або відносно повільно змінна щодо осі відліку OY величина електричного заряду, Кл/с; k – порядковий номер спектру (гармоніки) коливань, $k = 1, 2, 3, \dots, n$; n – кількість прийнятих до розгляду гармонік (спектрів) коливань; q_{xk} і q_{yk} – зображення амплітуд k -го спектру, відповідно, по осях OX і OY , довільно взятої декартової площини Кл/с.

Зауважимо, що q_0 – нульова гармоніка також є функцією часу, але з набагато меншою швидкістю змін, так що на певних проміжках часу її можна стабілізувати. Якщо вона є близькою до сталої величини, тоді це відповідає ідеальному стану гомеостазу

У такому разі при представленні функції (2а) у комплексній формі припустимо, що її еквівалентом є періодична несинусоїдна функція, нульова гармоніка якої відсутня. Комплексна амплітуда такої функції, як незмінний в часі та просторі умовний вектор на збіжній комплексній площині, має вигляд:

$$\dot{Q} = \sum_{k=1}^n (q_{xk} \cos kt + jq_{yk} \sin kt). \quad (2.b)$$

При цьому сталі значення гармоніки має бути враховано. тому приймемо

$$\dot{Q} = \dot{Q}_0 + \dot{Q}_i' \quad (2.c)$$

де Q – сумарна комплексна амплітуда заряду, Кл; \dot{Q}_0 – стала складова амплітуда заряду (амплітуда нульової гармоніки), Кл; \dot{Q}_i' – змінна складова амплітуда заряду, Кл.

Щодо кількості гармонік можна зауважити наступне. При вирішенні практичних задач з достовірністю 0,95 можна обмежитися трьома гармоніками, а теоретичні питання із вищою достовірністю – це, як правило, п'ять гармонік.

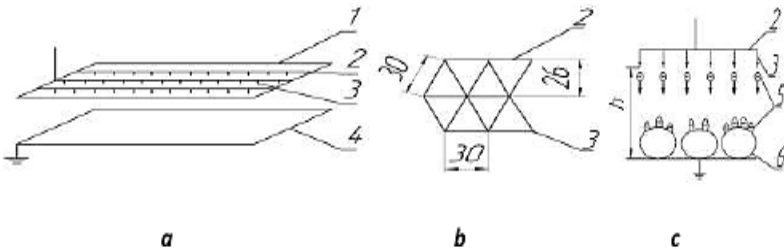


Рис. 2. Робоча зона електрокоронного сепаратора насіння

a – будова робочої зони; *b* – розташування голок на коронуючому електроді; *c* – процес заряджання насіння; h – міжелектродна відстань, $h = 0,25\text{м}$; 1 – рамка коронуючого електроду; 2 – стрижень з голками; 3 – голка; 4 – осаджувальний електрод (заземлений електрод); 5 – негативні іони; 6 – насінини.

Принагідно зазначимо, що поява парних гармонік засвідчує асиметрію процесу, у даному разі функціонування зарядів, тобто символізує початкову стадію виходу із гомеостазу, або, іншими словами, є початком збудження енергетичного рівня життєдіяльності клітини. Тому на першому етапі теоретичного формування ділянки струму від голок до поверхні клітини у області зародку зернівки (рис. 3) прийемо відсутність парних гармонік. За такої умови визначимо щільність об'ємного електричного заряду $q(t)$ (2) на ділянці його руху від голок до границі з клітиною в області зародку зернівки (рис. 3)

$$\gamma_q = \frac{q(t)}{S_{pz}}, \quad (3)$$

де γ_q – щільність (густина) об'ємного електричного заряду у повітряному середовищі від площі кінцівок голок до уявної (модельної) поверхні клітинного середовища насінин, $Кл/м^2$; S_{pz} – площа робочої зони, $м^2$.

Прийемо умову, що γ_q на всій площі робочої зони (рис. 2a) має постійне значення. Тобто генерування електричного заряду з кінців голок 3 (рис. 2c) є незмінним в часі. Краєвого ефекту на цьому етапі до уваги не беремо. Як видно із рис. 1 повітряний простір насінневого середовища електромагнітних дій змішані між собою, а для побудови теоретичних положень вони мають мати цільну межу між собою. Для створення моделі розділених повітряного і клітинного біологічного простору нижче приведено результати відповідних наукових пошуків.

Фізико-біологічна структура посівної насінини як об'єкту сприйняття наведених електромагнітних дій.

Базовим елементом передпосівного матеріалу у процесах його підготовки електромагнітними діями є насінина у стадії гомеостазу. Її можна моделювати діелектричним середовищем. В біології рослин типовою універсальною насінниною прийнято вважати зернівку пшениці (рис. 3).

Вона має ознаки насінини більшості сортів сільськогосподарських культур. З точки зору сприйняття зернівкою наведеного електромагнетизму, то на даному першому етапі досліджень можна взяти до уваги відкритий простір зародку. Саме ця складова насінини є базою перетворення наведеного електромагнетизму у життєві процеси рослини (рис. 3).

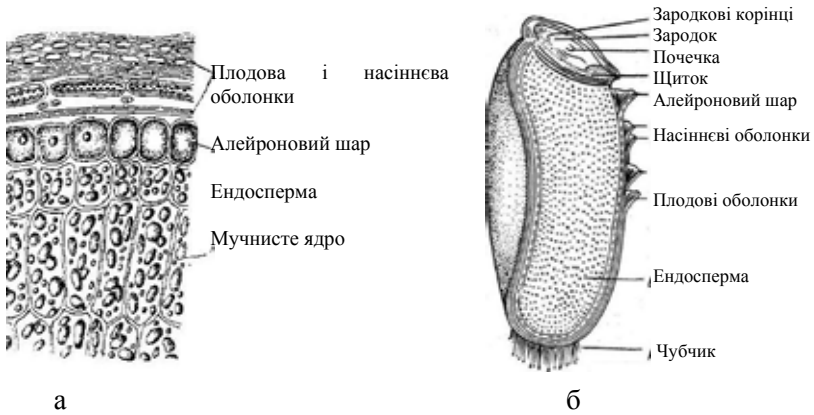


Рис. 3. Будова зернівки пшениці

a – внутрішня будова плодонасінневої оболонки, алейронового шару, ендосперми мучнистого ядра; *b* – зовнішня будова насінини пшениці із показом області насінневого зародку, як зони сприйняття і впуску всередину насінини наведеного електричного струму у вигляді електричних зарядів та чубчика, що рухаються, як зони коронованого стікання електричних зарядів, подібно як з голок (рис. 1).

Отже теоретично з певним припущенням, яке у біологічних системах є невід’ємною складовою будь яких досліджень, маємо справу із середовищем біологічним у стані гомеостазу і середовища діалектичного, тільки із більш широким додатковим простором ознак. Це дає новий простір побудови нових теоретичних положень із перехідних випромінювань.

При русі насінин в робочій зоні сепаратора (рис. 1) модель процесу є в такому стані, де всі насінини, що скочуються вниз, на якісь миті розташовують свої зародки перпендикулярно до голок. На рис. 2с символічно всі насінини мають мати зародки зверху.

Такий підхід має підтвердження в працях [14; 15]. Але у даному разі мова йде не про зміну структури та її закономірності у середовищі діалектичному, а про невідомий раніше механізм перетворення нежиттєвої енергії у життя рослини як її еволюції до стану, який було закладено її генотипом.

Обґрунтування закономірностей взаємодії наведеного керованого електромагнетизму із рослинною клітиною та клітинним середовищем у стадії гомеостазу.

Визначена вище можливість моделювати дію об'ємного заряду одиничним (наприклад у формі електрона) дає можливість дослідити його взаємодію із внутрішньоклітинним неелектропровідним (діелектричним у стадії гомеостазу) середовищем. На рис. 4 приведені фізична модель процесу перехідного електромагнітного випромінювання в рослинній клітині (рис. 4a) і функціонально-схематично модель процесу перехідного випромінювання (рис. 4b). Ці моделі вперше у такому контексті розкривають фізику процесу перехідних електромагнітних випромінювань при досягненні рухаючимися з постійною швидкістю електричним зарядом 6 границі повітря-клітина.

При своєму русі із постійною швидкістю до поверхні клітини заряд 6 згідно теореми Гауса для матеріального середовища індукує в клітині заряд 2 протилежного знаку, який дзеркально відображує зустрічний рух і електромагнітні випромінювання заряду 6. При цьому слід зазначити, що моделі 4a і 4b (рис. 4) побудовані в даній праці вперше на підставі даних публікацій [18; 20; 21].

Генерування коронним розрядом електричного заряду і його рух від положення 7, яке представляє схід електрона з коронучої голки 8, до дотику до мембрани клітини у її порі (положення 5) має бути таким, щоби генеровані ним у простір електромагнітні хвилі були в межах включно від міліметрових хвиль до фіолетових випромінювань видимого спектру. Така вимога має свої аргументації у дослідженнях [1; 3; 5; 6; 8; 9; 22] та додаткове підтвердження у працях інших авторів [18; 20; 21].

Визначення умов математичного моделювання перехідних випромінювань при перетині електричним зарядом границі повітря-клітини. За основу досліджень перехідних випромінювань при дотику в порі клітини генерованого коронучою голкою 8 заряду 5 із наведеним внутрішньо клітинним зарядом 4 доцільно взяти працю з математичної фізики російського вченого Кобзева А. П. [14], яка математично описує перехідні випромінювання при перетині рухаючогося із постійною швидкістю електрона без енергетичного імпульсу. Деякі корективи зазначених положень автором даної праці використано також і відомої праці про перехідні випромінювання відомого російського академіка Гінсбурга В. Л. [15].

При цьому важливо відзначити, що зіткнення генерованого і наведеного зарядів у клітинній порі має свою унікальну особливість, яка засвідчує можливість безпосереднього зіткнення зарядів без впливу

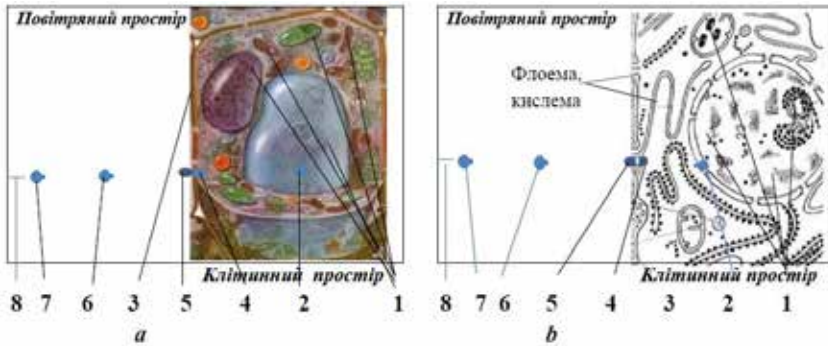


Рис. 4. Моделі процесу перехідного електромагнітного випромінювання на у клітинному середовищі посівної насінини під дією електричного коронного розряду

a – фізична модель процесу перехідного електромагнітного випромінювання в рос-линній клітині; *b* – функціонально-схематична модель процесу перехідного електромагнітно-го в рослинній клітині; 1 – органили клітини; 2 – пробуджений у клітині електричний заряд у русі до границі розділу середовищ; 3 – границя розділу повітряного і клітинного середовищ; 4 – пробуджений у клітині електричний заряд на границі розділу середовищ; 5 – наведений коронним розрядом електричний заряд на границі розділу середовищ; 6 – наведений коронним розрядом електричний заряд у русі до границі розділу середовищ; 7 – електричний заряд в стадії; 8 – коронуоча голка.

поверхневого шару середовища. Це означає «чисті» перехідні випромінювання, які можуть мати у собі аналог «вибуху», або «взаєморуйнації». Це є питання майбутньої математичної фізики. В даному разі приймемо, що у момент зіткнення зарядів у порі наявна флоема, у середовищі якої і відбувається процес зіткнення зарядів.

Теоретичні дослідження механізму перетворення енергії перехідних ви-промінювань у енергетичний рівень життєвих процесів рослинної клітини і культурної рослини.

На основі результатів теоретичних досліджень [14], прийнявши замість вакууму повітряний простір, а замість простору діелектричного – простір клітинний у стадії гомеостазу, можна приступити до математичного опису перехідних випромінювань у клітинному насінневому середовищі. Фізично цей у насінині цей процес відбувається на границі повітряного середовища і зародка насінини. Тому дані математичні образи процесу мають своє реальне підґрунтя і для їх реалізації.

На підставі підставі [22, с. 261-267] у даній праці запропоновано нові закони генерованого клітиною біоелектромагнетизму

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{rot } E = -\frac{1}{c} \frac{\partial H}{\partial t}; \\ \text{rot } H = \frac{1}{c} \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} \mathbf{j}; \\ \text{div } H = 0; \\ \text{div } D = 4\pi Q, \end{array} \right. \quad (4)$$

де E – напруженість електричного поля, B/m ; c – швидкість світла у вакуумі і повітряному просторі, m/c ; H – напруженість магнітного поля, A/m ; D – електрична індукція, $Kл/m^2$; \mathbf{j} – щільність електричного струму, A/m^2 ; Q – щільність електричного заряду, $Kл/m^3$.

Представимо напруженість електричного поля як суму скалярного і векторного потенціалів.

$$E = -\text{grad } \varphi - \frac{1}{c} \frac{\partial A}{\partial t}, \quad (5)$$

де φ – електричний потенціал, скалярна величина, B ; A – векторний електричний потенціал, B/m .

Для напруженості магнітного поля на основі векторного потенціалу A отримаємо

$$H = \text{rot } A \quad (6)$$

Перейдемо до рівнянь для векторного і скалярного потенціалів

$$\nabla^2 A - \frac{\varepsilon}{c^2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} = -\frac{4\pi}{c} \mathbf{j} + \text{grad} \left[\frac{\varepsilon}{c} \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \text{div } A \right] \quad (7)$$

де ε – діелектрична проникність, Φ/m

$$\varepsilon \left(\nabla^2 \varphi + \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \text{div } A \right) = 4\pi Q \quad (8)$$

Накладемо додатково умову Лоренца

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \text{div } A = 0 \quad (9)$$

Дана умова відповідає вимогам, при яких чотирьохмірна дивергенція величин φ , A_x , A_y , A_z , має мати нульове значення, тобто потенціал набуває інваріантності відносно перетворення Лоренца. За умови (9) рівняння (7) і (8) будуть такі

$$\nabla^2 A - \frac{\varepsilon}{c^2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2} = -\frac{4\pi}{c} j \quad (10)$$

$$\varepsilon \left(\nabla^2 \varphi + \frac{\varepsilon}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \right) = -4\pi Q \quad (11)$$

Якщо щільність струму і щільність заряду не залежать від часу, то відповідні похідні часу у рівняннях (8) і (9) дорівнюють нулю. Тоді в клітинному середовищі випромінювання не буде. Всі атоми у клітині будуть поляризовані. Така ситуація відповідає дійсності лиш тоді, коли гомеостаз є повним і імпульс рухаючогося електричного заряду має повне врівноваження середовищем.

В цілому ця обставина вимагає додаткового вивчення. При цьому якщо немає порушення аналогії повітряного простору до вакууму, а твердого діелектричного середовища до середовища клітинного, і розглядається рух тільки однієї зарядженої частинки, то створювану нею щільність біоструму струму і щільність біозаряду можна представити у формі дельта-функції Дірака

$$j = ev \delta(x) \delta(y) \delta(z - vt), \quad (12)$$

де e – заряд електрона, $Kл$; v – швидкість руху зарядженої частинки, $м/с$.

Тепер для щільності заряду можна записати

$$Q = e \delta(x) \delta(y) \delta(z - vt). \quad (13)$$

Для подальшого розгляду процесу розкладемо щільність струму і щільність заряду, які представлені вище δ – функціями, в ряд Фур'є у символічній формі.

Для щільності струму

$$j(\omega) = \frac{e}{2\pi} \exp\left(-\frac{i\omega z}{v}\right) \delta(x) \delta(y), \quad (14)$$

де $j(\omega)$ – змінна в часі щільність струму, аргументом змін якої прийнята кутова частота ω , $A/m^3 \cdot c$; i – символ комплексної змінної, $i = \sqrt{-1}$.

Для щільності заряду отримаємо

$$Q(\omega) = \frac{e}{2\pi v} \exp\left(-\frac{i\omega z}{v}\right) \delta(z) \delta(y) \quad (15)$$

Перепишемо рівняння (10) і (11) у вигляді ряду Фур'є

$$\nabla^2 A(\omega) - \frac{\varepsilon(\omega)}{c^2} \omega^2 A(\omega) = -\frac{4\pi}{c} j(\omega) \quad (16)$$

$$\varepsilon \left(\nabla^2 \varphi(\omega) + \frac{\varepsilon}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi(\omega)}{\partial t^2} \right) = -4\pi Q(\omega) \quad (17)$$

Рівняння (16) і (17) відповідають непрозору немагнітному середовищу, яким у даному разі можна моделювати клітинне середовище.

Для повітряного середовища, у даному разі, як аналогові вакууму, ці рівняння мають такий вигляд

$$\nabla^2 A(\omega) - \frac{\omega^2}{c^2} A(\omega) = -\frac{4\pi}{c} j(\omega) \quad (18)$$

$$\nabla^2 \varphi(\omega) + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi(\omega)}{\partial t^2} = -4\pi Q(\omega) \quad (19)$$

Із цих рівнянь видно, що перехідні випромінювання генерують поляризацію атомних біосполук, які знаходяться вздовж границі розділу середовищ. Отже товщина шару на границі розділу, де відбуваються перехідні випромінювання можна прийняти як випромінюючі гармонійні осцилятори. За розмірами можуть відповідати довжині хвиль випромінювання. В клітині цей процес є генеруванням зарядів за симетричністю процесу.

В праці [14], запропоновано наступний розв'язок (16) – (19) для процесу перехідного випромінювання

$$\frac{d^2 W}{d\omega d\Omega} = \frac{e^2 \beta^2 \sin^2 \theta \cos^2 \theta}{\pi^2 c (1 - \beta^2 \cos^2 \theta)^2} \left| \frac{(\varepsilon - 1) (1 - \beta^2 + \beta \sqrt{\varepsilon - \sin^2 \theta})}{(\varepsilon \cos \theta + \sqrt{\varepsilon - \sin^2 \theta}) (1 + \beta \sqrt{\varepsilon - \sin^2 \theta})} \right|^2, \quad (20)$$

де W – енергія перехідного випромінювання, Дж; θ – кут між напрямом руху заряду і напрямом спостереження (вивчення), рад.; ω – кутова частота зміни енергії повітряному середовищі, Ω – кутова частота зміни енергії в клітинному середовищі, c^{-1} ; β – кут заломлення випромінювань.

У фізичному розумінні β – це є кут заломлення електромагнітних променів у клітинному середовищі, тобто

$$\beta = \frac{v}{c} \quad (21)$$

Запропонована у даній праці вперше спроба застосування рівняння (20) для перехідного випромінювання для оцінки процесів біологічного рослинного середовища розкриває нові можливості пізнання дійсності не тільки в області біології рослин, але і теоретичної фізики.

Таким чином, як слідує із [20], прискорення зміни енергії перехідного випромінювання у функції кутових частот ω і Ω , які є функціями часу є функцією аргументів: $\beta, \theta, \varepsilon$ і c . Якщо говорити про те, що енергія перехідного випромінювання W у діелектрику йде на зміну його фізичної структури, то у рослинній насінині цей процес іде на зміну енергетичного стану клітини. При цьому не просто клітини, а її органел, які формують життєві процеси.

Математичні закономірності, які були представлені у працях [14; 15] стосуються обставин теоретичного вивчення перехідних випромінювань при наявності ефекту Вавилова-Черенкова, який має місце, коли у (21) відносна швидкість руху електричного заряду v перевищує швидкість світла c у клітинному середовищі. При поглибленому аналізі праці [14], можна прийняти, що у перехідних випромінюваннях клітинному середовищі цей ефект свого фізичного прояву може не мати.

За енергетичний рівень культурної рослини, тобто за її продуктивність відповідає органела – клітинна мембрана, яка побудована із високомолекулярних жирних кислот (ВЖК). Отже, якщо під дією наведеного електромагнетизму їх незв'язана (неетерифікована) форма збільшується, то дані теоретичні положення є чинними. Прийняті гіпотези мають підстави для свого уточнення і подальшого розвитку із перетворенням у теорії.

Генеровані коронним розрядом електричні заряди можуть мати швидкість набагато меншу, ніж швидкість світла, але електричний струм коронного розряду, як переміщення потенціалу, за усталеними теоретичними положеннями, вважається таким, що у повітрі, як і в вакуумі, він має швидкість світла. Цей струм можна моделювати рухом електричного заряду (електрону). У клітинному середовищі ця швидкість менша у функції кута заломлення світлового променя.

Дані дослідження мають свою сутність лишень тоді, коли швидкість моделюючого електричний струм, руху електричного заряду, має постійне значення. Саме це і дало підстави застосувати математичні положення праці [14], яка у свою чергу базується на фундаментальних дослідженнях Гінсбурга В. Л. та представлючої ним наукової школи

[15], для суттєво відмінної ситуації, а саме для математичного моделювання перетворення генерованого коронним розрядом електромагнетизму у керовану еволюцію життєвих процесів рослини та системи рослина-грунт.

Представлені вище у математичній формі закономірності перехідних випромінювань дають підставу ставити питання про когерентну їх взаємодію між собою, яка якраз і несе у собі закономірності впливу перехідних випромінювань на життєві процеси рослинної клітини і рослини.

Представлена у (20) енергія перехідного випромінювання W має дві взаємодіючі і зваємозмінні складові, взаємодію яких у загальному випадок символічно можна записати так

$$w_1^2 = w_a^2 + w_b^2, \quad (22)$$

де w_1 – сумарна енергія першого етапу взаємодії зіткнувшись генерованого і наведеного зарядів та генерованих ними електромагнітних полів, Дж; w_a – енергія наведеного електромагнетизму, Дж; w_b – енергія внутрішньоклітинного біоелектромагнетизму, Дж.

Отже прийємо припущення, що перший етап перехідного випромінювання перевів біологічну енергію насінневого середовища із стану w_b у стан w_1 за закономірністю (22). Ця нова спільна енергія має особливості як енергії наведеної, так і внутрішньої біологічної. Тому енергія наступного заряду w_a взаємодітиме із енергією біологічно когерентно.

В разі когерентної взаємодії

$$w_2^2 = (w_a + w_1)^2 = w_a^2 + 2 w_a w_1 + w_1^2, \quad (23)$$

де $2 w_a w_1$ подвоєний добуток взаємодіючих енергій – нова, народжена когерентною взаємодією, енергія, Дж.

Енергія як результат когерентної взаємодії енергії наведеної із енергією внутрішньоклітинно на границі розділу середовищ повітря-клітина є енергетичним творінням екологічної еволюції генотипу рослини у системі рослина-грунт. Тепер визначається ця енергія за формулою

$$w_{\text{ког}} = \sqrt{2w_a w_1} \quad (24)$$

де $w_{\text{ког}}$ – додаткова енергія, яка отримана клітинним середовищем в результаті когерентної взаємодії його електромагнетизму із перехідним випромінювань, Дж.

Таким чином енергія $w_{\text{бквоє}}$ (24) – це є вироблення ВЖК неетерифікованої форми. Експериментальне підтвердження цього є підтвердження достовірності даних теоретичних положень.

5. Аналіз результатів експериментальних досліджень

Дослідження проводилися на лабораторному і виробничому рівнях. Загальні положення методик досліджень представлені у монографії [1]. Параметри електромагнітних дій на посівний матеріал представлені в таблиці 1, а отримані результати виробничих досліджень приведені в таблиці 2.

Таблиця 1

**Параметри електромагнітних дій
на посівний матеріал та їх обґрунтування**

№ п/п	Параметри електромагнітних дій			Обґрунтування параметрів електромагнітної обробки посівного матеріалу
	Назва параметру	Одиниця виміру	Значення	
	1	2	3	4
1	Діаметр голок	мм	0,3	Параметри досліджені теоретично і підтверджені експериментально
2	Довжина голок	мм	30	
3	Відстань між голками	мм	30	
4	Міжелектродна відстань	мм	60	Визначена експериментом
5	Напруженість електричного поля	Кв/см	2,8-3,0	Визначена умовами коронування заряду
6	Термін відлежування	діб	5	Визначені за існуючими методиками
7	Експозиція	с.	3	

Вміст неетерифікованих та етерифікованих форм ВЖК викликаних електромагнітними діями на посівний матеріал, у проростках, корінцях та залишках насіння райграсу пасовищного Дрогобицький 19, пророщеного без доступу поживних речовин на дистильованій воді показані в таблиці 3. Визначення вмісту ВЖК здійснювалося за стандартними методиками, погодженими і затвердженими на відповідному рівні НАНУ.

Визначення етерифікованої і неетерифікованої форм ВЖК відповідає вимогам методики досліджень за умови перетворення цих кислот у не у вільно мігруючі у клітині. Мова у даному разі йде про таку їх форму, у якій Комплекс Гольджі буде із них тансмембранний матрикс,

**Результати виробничих досліджень
електромагнітних дій на посівний матеріал**

Культура				Приріст кормової та насіннєвої продуктивності багаторічних трав до контролю по зонах, %				
				Зелена маса	Сіно	Врожай насіння за роками		
№ п/п	вид	сорт	зона	Середня за 1994-1996 роки		1994	1995	1996
	1	2	3	4		5	6	7
1	Бобові	Конюшина лучна	Лісостеп	110	116	129	112	141
		Передкарпатська 6	Передкарп.	118	137	116	120	118
Конюшина повзуча		Лісостеп	128	130	150	144	165	
Передкарпатська 25		Передкарп.	119	126	121	117	119	
Конюшина повзуча		Лісостеп	126	135	125	111	145	
Лішнянська		Передкарп.	120	124	115	125	120	
Конюшина гібридна		Лісостеп	112	108	130	104	132	
Придністровська 2		Передкарп.	114	118	116	112	114	
5	Злакові	Райграс пасовищний	Лісостеп	107	107	118	117	109
		Дрогобицький 2	Передкарп.	125	125	118	122	120
Райграс пасовищний		Лісостеп	116	126	116	114	125	
Дрогобицький 19,		Передкарп.	119	119	121	128	125	
Тимофійка лучна		Лісостеп	128	102	130	102	116	
Передгірна 3		Передкарп.	145	145	104	136	120	

роблячи у такий спосіб наближеним до того стану, як це було створено при селекції даного генотипу рослини. Такий оновлений трансмембранний матрикс оновлює енергію життя. Підтвердженням цього процесу є експериментальні дані, які представлено в таблиці 4.

Представлений у таблиці 4 взаємозв'язок між посівними якістьями обробленого електромагнітними діями насіння райграсу пасовищного сорту Дрогобицький 19 і вмістом в його залишках, проростках та корінцях етерифікованої форми пальмітоолеїнової ВЖК (пророщування без доступу поживних речовин достовірно підтверджують припущення, що отримана клітиною додаткова енергія йде на підвищення продуктивності роботи трансмембранного матриксу плазматичної мембрани і у такий спосіб творення природної еволюції генотипу рослини у системі рослина-грунт.

Таблиця 3

Вміст неетерифікованих та етерифікованих форм ВЖК викликаних електромагнітними діями на посівний матеріал, у проростках, корінцях та залишках насіння райграсу пасовищного Дрогобицький 19, пророщеного без доступу поживних речовин на дистильованій воді, мг %

№ п/п	Високомолекулярні жирні кислоти та їх коди	Результати біохімічних дослідів вмісту форм ВЖК									
		Неетерифікована форма					Етерифікована форма				
		контроль		оброблене насіння			контроль		оброблене насіння		
Показники аналізів	М	m _n	М	±	Р	М	±	М	±	Р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Міристинова, 14:0	3,7	0,12	3,6	0,14	0,500	4,1	0,18	3,50	0,21	0,1
2	Пентадеканова, 15:0	1,5	0,05	1,4	0,04	0,200	1,0	0,40	1,10	0,06	0,5
3	Ізопальмітинова, 16:0	2,6	0,10	2,0	0,10	0,020	4,0	0,16	2,60	0,12	0,01
4	Пальмітинова, 16:0	63,7	2,44	84,2	3,17	0,010	154,6	6,22	118,50	6,48	0,02
5	Пальмітоолеїнова 16:1	4,6	0,18	4,3	0,20	0,500	6,0	0,23	5,50	0,24	0,50
6	Стеаринова, 18:0	31,6	1,04	48,4	1,82	0,010	20,8	0,95	15,80	0,79	0,50
7	Олеїнова, 18:1	35,4	0,89	59,1	2,08	0,001	94,1	4,10	94,30	4,90	0,50
8	Лінолева, 18:2	20,5	0,78	43,7	1,88	0,001	380,0	380,3	352,60	14,33	0,05
9	Ліноленова, 18:3	20,8	0,82	46,2	1,80	0,001	743,0	739,9	727,40	20,44	0,40

Таблиця 4

Взаємозв'язок між посівними якістьями обробленого електромагнітними діями насіння райграсу пасовищного сорту Дрогобицький 19 і вмістом в його залишках, проростках та корінцях етерифікованої форми пальмітоолеїнової ВЖК (пророщування без доступу поживних речовин)

№ п/п	Показник	Вибірki насіння	
		контроль	оброблене
	1	2	3
1	Вміст етерифікованої форми пальмітоолеїнової кислоти, мг, %	M±m ₀ 6,0±0,23	M±m ₀ 5,5±0,24
2	Енергія проростання насіння, %	60	69
3	Коефіцієнт кореляції між вмістом етерифікованої форми пальмітоолеїнової кислоти та енергією проростання насіння	-	-0,99
4	Лабораторна схожість насіння, %	72	79
5	Коефіцієнт кореляції між вмістом етерифікованої форми пальмітоолеїнової кислоти та лабораторною схожістю насіння	-	-0,98

Представлені вперше у такому змістовому варіанті результати даних унікальних дослідженнях, які поки-що не мають аналогів. Тому, щоби дещо покращити ситуацію є доцільним у перспективі патентування на міжнародному рівні даних ідей наукового відкриття як технічних рішень.

6. Висновки

1. Вперше в даних дослідженнях зроблено спробу застосувати методи математичної фізики для моделювання перехідних електромагнітних випромінювань як процесів перетворення наведеного на посівний матеріал культурних рослин при їх перебуванні стадії у стадії гомеостазу і отримано на теоретичному та експериментальному рівнях нові, достовірні та відтворювані знання, які здатні внести корінні зміни у рівень пізнання реально існуючої дійсності.

2. Ці нові знання на даному етапі досліджень стосуються не тільки біології рослин, але і теоретичної фізики, що розкриває нові можливості їх впливу на прогрес національної науки.

3. Реалізація отриманих результатів у рослинництві є підставою для прогресу рослинництва сумісно із прогресивними порухами в екології природокористування та Землі.

Список літератури:

1. Паранюк В. О. Дослідження біоелектродинамічних процесів у рослинних системах на прикладі культурних рослин. Монографія // Львівський національний аграрний університет – Львів «Сполом». 2015. – 372 с.
2. Паранюк В. О. Електростимулювання насіння як засіб енергетичного поновлення потенціалу генотипу в первинному насінництві / Г. Б. Іноземцев, В. О. Паранюк, Й. Ф. Рівіс // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – К.: НАУ, – 2007. – № 1 (20) – С. 34-41.
3. Паранюк В. О. Визначення оптимальних параметрів і режимів передпосівної електростимуляції насіння за біохімічними показниками. / Й. Ф. Рівіс, С. Й. Ковалишин, В. О. Паранюк // Вільний аграрник № 3. – 1998. – С. 30-34.
4. Паранюк В. О. Засади біоелектродинамічного керування екологічною еволюцією агробіоландшафтів. Вісник НУБІП «Енергетика та автомати-ка», № 4, 2016 р. С. 212-220.
5. Патент України на винахід № 23116А, МКІ А01С1/00. Спосіб оцінки ефективності передпосівної обробки насіння за біохімічними показниками / Паранюк В. О., Рівіс Й. Ф., Ковалишин С. Й., Мацьків О. І.; заявл. 14.11.1995; опубл. 30.06.1998.

6. Патент України на винахід № 22891А, МКІ А01С1/00. Спосіб оцінки ефективності передпосівної обробки насіння // В. О. Паранюк, Й. Ф. Рівіс, С. Й. Ковалишин, О. І. Мацьків., заявл. 22.10. 1996; опубл. 05.05.1998. П.
7. Патент України на винахід № 25302А, МКІ А01С1/00. Пристрій для обробки насіння / Паранюк В. О., Ковалишин С. Й., Воробкевич В. Ю., Рівіс Й.Ф.; заявл. 21.05.1996; опубл. 30.10.1998.
8. Снітинський В. В., Наукові передумови керованого електромагнітного впливу на еволюцію енергетичного рівня продуктивного потенціалу генотипів культурних рослин / В. В. Снітинський, В. М. Боярчук, В. О. Паранюк, С. Й. Ковалишинта // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування, 2012. – № 174 – Ч. 1. – С. 50-58.
9. Снітинський В. В. Відтворення продуктивності агроландшафтів електромагнітними діями на насіння культурних рослин (Декларація наукового видкриття) / В. В. Снітинський, В. М. Боярчук, В. О. Паранюк, С. Й. Ковалишин // Motrol 2012. – Lublin. Том 14. – № 4. – С. 3-10.
10. Вавилов Н. И. Проблемы селекции. Роль Евразии и Нового Света в происхождении культурных растений / Под ред. Ф. Х. Бахтерева, Е. Н. Синской. М., Л.: АН СССР, 1960. 519 с. (Избранные труды в 5 т., т. 2).
11. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси / А. О. Бабич – К : Аграрна наука, 1996. – 570 с.
12. Тигілко С. Подолати бідність. Стаття-інтерв'ю / С. Тигілко // Газ. «Високий замок». – № 148 (4042) від 20.08.2009. – С. 4.
13. Максвелл Д. К. Трактат об электричестве и магнетизме: В 2-х т.; / Д. К. Максвелл // перев. с англ. Волотковского Б. М., Бурштейна И. Л., Миллера М. А., Суворова Е. В. – М., Наука, 1989. – Т.1. – 416 с.; Т.2. – 437 с.
14. Кобзев А. П. О механизме излучения равномерно движущегося заряда / А. П. Кобзев // Физика элементарных частиц и атомного ядра. Объединенный институт ядерных исследований. – Дубно, 2014. – С. 1110-1163.
15. Гинсбург В. Л. Излучение равномерно движущихся источников (эффект Вавилова-Черенкова, переходное излучение и некоторые другие явления) / В. Л. Гинсбург. Успехи физических наук. Октябрь. Т. 171. М. 2001. С. 1097-1106.
16. Паранюк В. О. Дослідження біоелектродинамічних процесів у рослинних системах на прикладі культурних рослин. Монографія. // Львівський національний аграрний університет – Львів «Сполом». 2015. – 372 с.
17. Белецкий Е. Д. Нелинейные и неравновесные системы пространственно-органической структуры : дисс. докт. физ.-мат. наук / Е. Д. Белецкий. – К., 1992. – 241 с.
18. Гринченко С. Н. Механизм живой клетки. Алгоритмическая модель. / С. Н. Гринченко, С. Л. Загусняк – М.: Наука, 1989. – 231 с.
19. Экспериментальное исследование переходного излучения нерелятивистскими электронными сгустками на различных электродинамических неоднородностях / С. С. Герашенко, В. И. Гриценко, В. И. Муратов, В. Д. Федорченко // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. – 2012. – № 1025. Сер.: Фізична. «Ядра, частинки, поля». – Вип. 4(56). – С. 54-61.
20. Грин Н. Биология : в 3-х т. / Н. Грин, У. Стоут, А. Тейлор ; пер с англ. М. : Мир, 1990. – Т. 3. – 376 с.

21. Рубин А. Б. Биофизика. Учебник. В двух книгах, книга 2. Биофизика клеточных процесов / А. Б. Рубин // М.: «Высшая школа», 1987. – 303 с.

22. Паранюк В. О. Електротехніка у землеробстві та екології Землі. Львівський національний аграрний університет. – Львів, «СПОМ» 2017. – 500 с.

References:

1. Paranyuk V. O. (2015) Doslidzhennya bioelektrodynamichnykh protsesiv u roslynnykh systemakh na prykladi kul'turnykh roslyn. Monohrafiya. *L'vskyy natsional'nyy ahraryny universytet*, L'viv "Spolom", 372 p.

2. Inozemtsev H. B., Paranyuk V. O., Rivis Y. F. (2007) Elektrostymulyuvannya nasinnya yak zasib enerhetychnoho ponovlennya potentsialu henotypu v pervynnomu nasinnystvi. *Elektryfikatsiya ta avtomatyzatsiya sil's'koho hospodarstva*, K.: NAU. vol. 1, no. 20, pp. 34–41.

3. Rivis Y. F., Kovalyshyn S. Y., Paranyuk V. O. (1998) Vyznachennya optimal'nykh parametrov i rezhymivпередposivnoyi elektrostymulyatsiyi nasinnya za biokhimichnyimi pokaznykamy. *Vil'nyy ahrarynyk*, no. 3, pp. 30–34.

4. Paranyuk V. O. (2016) Zasady bioelektrodynamichnoho keruvannya ekolohichnoyu evolyutsi-yeyu ahrobiolandshaftiv. *Visnyk NUBIP "Enerhetyka ta avtomatyka"*, no 4, pp. 212–220.

5. Patent Ukrainy na vynakhid no23116A, MKI A01S1/00. Sposib otsinky efektyvnosti передposivnoyi obrobky nasinnya za biokhimichnyimi pokaznykamy Paranyuk V. O., Rivis Y. F., Kovalyshyn S. Y., Mats'kiv O. I. zayavl. 14.11.1995, opubl. 30.06.1998.

6. Patent Ukrainy na vynakhid no22891A, MKI A01S1/00. Sposib otsinky efektyvnosti передposivnoyi obrobky nasinnya. Paranyuk V. O., Rivis Y. F., Kovalyshyn S. Y., Mats'kiv O. I., zayavl. 22.10. 1996, opubl. 05.05.1998.

7. Patent Ukrainy na vynakhid no25302A, MKI A01S1/00. Prystriy dlya obrobky nasinnya. Paranyuk V. O., Kovalyshyn S. Y., Vorobkevych V. Yu., Rivis Y.F., zayavl. 21.05.1996, opubl. 30.10.1998.

8. Snityns'kyy V. V., Boyarchuk V. M., Paranyuk V. O., Kovalyshyn S. Y. (2012) Naukovi передumovy kerovanoho elektromahnitnoho vplyvu na evolyutsiyu enerhetychnoho rivnya produktyvnoho potentsialu henotypiv kul'turnykh roslyn. *Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya*, vol. 174, no. 1, pp. 50–58.

9. Snityns'kyy V. V., Boyarchuk V. M., Paranyuk V. O., Kovalyshyn S. Y. (2012) Vidtvorennya produktyvnosti ahrolanshaftiv elektromahnitnyimi diyamy na nasinnya kul'turnykh roslyn (Deklaratsiya naukovoho vydkryttya). *Motrol*. Lublin. vol. 14, no 4, pp. 3–10.

10. Vavylov N. Y. (1960) Problemy selektsyy. Rol' Evrazyy y Novoho Sveta v proyskhozhdenny kul'turnykh rastenyy. Pod red. F. Kh. Bakhtereva, E. N. Synskoy. L.: AN SSSR, 519 p. (Yzbrannye trudy vol. 5, t. 2).

11. Babych A. O. (1996) Svitovi zemel'ni, prodovol'chi i kormovi resursy. K: Ahrarna nauka, 570 p.

12. Tyhipko S. (2009) Podolaty bidnist'. Stattya-intervyu. *Haz. "Vysokyy zamok"* no 148 (4042), 4 p.

Chapter 2. Agricultural sciences

13. Maksvell D. K. (1989) Traktat ob elektrychestve y mahnetyzme: V 2-kh t. perev. s anhl. Volotkovskoho B. M., Burshteyna Y. L., Myllera M. A., Suvorova E. V. M., Nauka, vol. 1. 416 p., vol. 2, 437 p.
14. Kobzev A. P. (2014) O Mekhanizme yzluchenyya ravnomerno dvyzhushchehosya zaryada. Fyzyka elementarnykh chastyts i atomnogo yadra. Ob'edynennyi insytut yadernykh yssledovanyy, Dubno, pp. 1110–1163.
15. Hynsburh V. L. (2001) Yzluchenye ravnomerno dvyzhushchykhsya ystochnykov (effekt Vavylova-Cherenkova, perekhodnoe yzluenye y nekotorye druhye vlenyya). Uspekhy fyzyeskykh nauk. Oktyar'. vol. 171, pp. 1097-1106.
16. Paranyuk V. O. (2015) Doslidzhennya bioelektrodynamichnykh protsesiv u roslynnykh sys-temakh na prykladi kul'turnykh roslyn. Monohrafiya. *L'vs'yy natsional'nyy ahrarnyy universytet*, L'viv "Spolom", 372 p.
17. Beletsky E. D. (1992) Nelyneynye y neravnesnye systemy prostranstvenno-orhanycheskoy struktury, dyss. dokt. fiz.-mat. nauk. K., 241 p.
18. Hrynchenko S. N., Zahusnyak S. L. (1989) Mekhanyzm zhyvoy kletky. *Alhorytmicheskaya model'*. M.: Nauka, 231 p.
19. Herashchenko S. S., Hrytsenko V. Y., Muratov V. Y., Fedorchenko V. D. (2012) Eksperymental'noe yssledovanye perekhodnogo yzluchenyya nerealyatyvyst skymy elektronnyymy s hustkamy na razlychnykh elektrodynamicheskyykh neodnorodnostyakh. Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu im. V. N. Karazina. no 1025. Ser.: Fizychna. "Yadra, chastynky, polya". vol. 4 no. 56, pp. 54–61.
20. Hryn N., Stout U., Teylor A. (1990) Byolohyya v 3-kh t. per s anhl. M. : Myr, vol. 3, 376 p.
21. Rubyn A. B. (1987) Byofyzyka. Uchebnyyk. V dvukh knykhakh, knyha 2. Byofyzyka kletochnykh protsessov. M. "Vysshaya shkola", 303 p.
22. Paranyuk V. O. (2017) Elektrotekhnika u zemlerobstvi ta ekolohiyi Zemli. *L'vivs'kyy natsional'nyy ahrarnyy universytet*. L'viv, "sPOOM", 500 p.