

УДК 631.53.027.3

МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ДРАЖУВАННЯ НАСІННЯ

Сербій Є.К., к.т.н.

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Тел. (04471) 330-62

Анотація – у статті обґрунтовано оптимальні техніко-технологічні показники дражованого насіння та наведено методику визначення раціонального кількісного складу композицій для дражування насіння.

Ключові слова – міцність, вологість, щільність, пористість, дражоване насіння, обчислювальний експеримент.

Постановка проблеми. Важливе місце в системі заходів, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, займає підготовка насінневого матеріалу до висіву, а дражування – це один з перспективних напрямків у аграрному виробництві.

Звичайно, дражоване насіння дорожче, але позитивних моментів значно більше [1], що практично підтверджено майже повним заповненням ринку дражованим насінням цукрового буряку, а частка недражованого на ринку України вже на сьогодні невелика та зменшується щороку. При сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах використання дражованого насіння позитивно впливає на вегетаційний процес розвитку рослини – наприклад, додача 56% врожаю ріпчастої цибулі у порівнянні з контролем [12]. Внаслідок того, що першими почали дражувати дрібне насіння на Заході, стрімко інвестуючи цю галузь з нарощенням об'ємів експорту в аграрні країни, дражоване насіння, наявне на нашому ринку, в основному, є результатом розробки провідних закордонних фірм - KWS, Germaines Seed Technology, Даниско, Штрубе-Дикман, Сингента, Seed Processing Holland and Leba, Incotec.

Сьогодні на ринку присутнє дражоване насіння овочів - цукровий буряк, капуста, цвітна капуста, столовий буряк, морква, кольорова морква, селера, цикорій, корн-салат, баклажани, ендивій, фенхель, огірки, цибуля-порей, цибуля, петрушка, перець, перець чілі, паприка, салат, редис, шаллота, шпинат, томати та квіти – петунія, бегонія (в 1 г бегонії міститься від 80 до 85 тисяч насінин).

Зменшення залежності від імпорту, розвиток власної науки та створення нових робочих місць є підґрунтям актуальності та своєчасності задачі встановлення базових техніко-технологічних показників та обґрунтування кількісного складу композицій для дражування насіння.

Основними агрономічними показниками якості насіння є лабораторна схожість $k_s^L \in [0 \dots 1] \subset R$ та енергія проростання $k_{сп}^L \in [0 \dots 1] \subset R$. Згідно з ДСТУ 2153:2006 лабораторна схожість – це відношення кількості пророслого насіння до кількості висіяного, енергія проростання – показник, що характеризує швидкість проростання насіння за певний проміжок часу (3-4 доби).

Українські ДСТУ створено на базі ГОСТ, наявних міжнародних стандартів та директив, приміром ISTA. Це зрозуміло й логічно на фоні євроінтеграції України, оскільки ми рівняємось на новітні технології та методи аналізу, розроблені провідними установами інших країн [1].

Відповідно до діючої нормативно-правової бази за ДСТУ та технічних регламентів існують вимоги до безпеки та регламентовано якісні показники насінневого матеріалу. Так, з метою поставки на ринок здорового насінневого матеріалу відповідно до Директиви 2002/55/ЕС Ради Європи, компанія Бейо користується різними стратегіями з управління ризиками, які стосуються запобігання і контролю перенесення хвороб насінневим матеріалом [2]. Процес включає в себе та не обмежується програмою, розробленою Міжнародною федерацією виробників насіння ISHI-VEG [3], з тестування насінневого матеріалу на присутність збудників хвороб рослин, захищений спосіб виробництва насіння, інспекцію насінневого матеріалу, різні обробки насіння та інші ефективні методи дезінфекції насінневого матеріалу.

Оскільки оболонка дражованого насіння до висіву при зберіганні і після висіву у ґрунті виконує різні функції, то і техніко-технологічні властивості драже в ці етапи мають бути різними. Таким чином, базові техніко-технологічні показники дражованого насіння необхідно поділяти на множини властивостей, притаманних драже у стані зберігання V_D^Z та у ґрунті V_D^G – міцність у сухому $F_{разр}^Z > 0 \in R$ та зволоженому $F_{разр}^G > 0 \in R$ станах (при вологості під час зберігання $W_D^Z \in [0 \dots 1] \subset R$ та польовій у ґрунті $W_D^G \in [0 \dots 1] \subset R$), щільність $\rho_D^Z > 0 \in R$, $\rho_D^G > 0 \in R$ та пористість $k_p^Z \in [0 \dots 1] \subset R$, $k_p^G \in [0 \dots 1] \subset R$ відповідно, а також незмінні властивості: гігроскопічність $k_f > 0 \in R$ та максимальна вологоємність оболонки драже $W_D^{max} \in [0 \dots 1] \subset R$:

$$V_D^Z = \{F_{разр}^Z, W_D^Z, \rho_D^Z, k_p^Z, W_D^{max}, k_f\}, V_D^G = \{F_{разр}^G, W_D^G, \rho_D^G, k_p^G, W_D^{max}, k_f\}.$$

До цих показників будь-які вимоги відсутні, але саме вони можуть бути визначальними при формуванні якісних показників

насіння у польових або лабораторних умовах. Наприклад, одне й те саме дражоване насіння при різних зовнішніх умовах (продуктивна вологість $W_D \in [0 \dots 1] \subset R$, гранулометричний склад ґрунту та інші) буде по різному насичуватись вологою та змінювати свою міцність, щільність та пористість, формуючи різні умови для проростання насіння, що спричинить різні польові якісні показники насіння – схожість $k_s^G \in [0 \dots 1] \subset R$ та енергію проростання $k_{ep}^G \in [0 \dots 1] \subset R$.

Так, за даними досліджень у сертифікованій лабораторії ТОВ «Сесвандерхаве-Україна» енергія проростання насіння гібридів цукрового буряку Плутон, Коала і Леопард становила $k_{ep}^L = 94 \dots 96\%$, схожість – $k_s^L = 98\%$. Це саме насіння у полі та районних державних насінневих інспекціях показало енергію проростання $k_{ep}^G = 20 \dots 66\%$, схожість – $k_s^G = 62 \dots 82\%$. Повторний аналіз цих самих партій насіння у лабораторіях Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН показав енергію проростання $k_{ep}^L = 91 \dots 96\%$, схожість – $k_s^L = 94 \dots 97\%$ [1].

Таким чином, при обґрунтуванні кількісного складу композицій для дражирування насіння доцільно враховувати природно-кліматичні та техніко-технологічні умови та орієнтуватись на ті значення техніко-технологічних показників драже, що відповідають світовому рівню у цій галузі та не суперечать сприятливим умовам на проростання насіння.

Міцність дражованого насіння формує здатність зберегти цілісність форми при збереженні, транспортуванні та висіві у сухому стані драже ($F_{разр}^Z \rightarrow max$), а також визначає можливість без перешкод прорости насінині крізь оболонку драже у вологому ґрунті ($F_{разр}^G \rightarrow min$). Недостатня міцність сухого драже може призвести до його руйнування, втрат та забивання висівного апарату сівалки. Занадто міцне драже у вологому стані може блокувати пророщування ростка з насінини та спричинити затримку розвитку чи навіть загибель рослини. За даними досліджень за методикою [4] міцність дражованого насіння цукрових буряків від одного з лідерів на українському ринку – фірми KWS при вологості зберігання до 9,0% становить $F_{разр}^Z = 40 \dots 45H$.

Гігроскопічність визначає, як швидко оболонка драже зможе поглинати вологу з навколишнього середовища і яка частина з цієї вологи буде доступна для рослини (продуктивна капілярна та слабо зв'язана вода). Враховуючи неминучі нерівності дна борозни, неоднорідність насінневого ложа у вигляді різних за розміром і формою ґрунтових агрегатів, наявності пустот, кожна дражована насінинка буде мати різну площу контакту з вологим ґрунтом. І в цьому випадку найбільшим чином гігроскопічність буде впливати на

рівномірність появи сходів – енергію проростання $k_{сп}^G$. За даними досліджень за методикою [4, 5] при лабораторних умовах за ДСТУ 2153.2006 оболонка драже KWS руйнується (міцність приблизно дорівнює міцності неущільнених ґрунтових агрегатів, яким за структурою упорядкування елементів як у аморфних речовин найбільш притаманні пластичні властивості) $F_{разр}^G \rightarrow 0$ за час до 24 годин.

Пористість оболонки драже безпосередньо впливає на обмінні режими насінини. Більшість ґрунтів вважаються задовільними при загальній їх пористості в межах 50...65% та відносній кількості капілярних пор не менше 50%.

Щільність ґрунту $\rho_G > 0 \in R$ є інтегральним показником, який набув широкого використання, оскільки його найбільш просто визначити, та узагальнено характеризує твердість, розпушеність й вологість ґрунту, а також визначається гранулометричним складом. Оскільки запропонована композиція [6, 7] для дражирування насіння складається з тих самих базових елементів що і ґрунт, то доцільно бажану щільність насиченого вологою драже у ґрунті базувати на оптимальній щільності ґрунту – для овочевих культур $\rho_D^G = 1,0 \dots 1,2 \text{ гр/см}^3$.

Різноманіття ґрунтово-кліматичних та техніко-технологічних умов використання дражованого насіння та різні вимоги до кожної культури обумовлюють відповідне різноманіття композицій для дражирування.

Формування цілей статті. Розробити методику обґрунтування кількісного складу композицій для дражирування насіння, адаптованих до певних ґрунтово-кліматичних та техніко-технологічних умов вирощування.

Аналіз останніх досліджень. У процесі дражирування насінини пошарово обволікаються захисною оболонкою, що створює драже кулястої форми. До складу оболонки входять живильні речовини, мікроелементи і регулятори росту. Вони забезпечують сходкам нормальний розвиток на ранніх етапах. Крім того, оболонка включає і захисні засоби, що знищують або відлякують комах-шкідників та пригнічують гриби.

Витрати насіння зменшуються у два-три рази, відпадає необхідність проріджування, підвищується не тільки рівномірність посіву, але і однорідність дружних сходів. Насіння проростає у більш сприятливих умовах, використовуючи наявні в оболонці драже вологу і живильні речовини, причому на найбільш вразливих етапах свого розвитку. Тому рослини з драже виявляються сильнішими і стійкішими до різких змін погодних умов, а також інвазії шкідників і хвороб [8].

Першими основними наповнювачами для драже були торф, деревинне борошно, а в якості клейких речовин - поліакриламід і бентонітова глина, речовини, які тверді за своїм складом. Такі насінини починуть проростати лише тоді, коли розмокне та розчиниться їх захисна тверда оболонка, а при відсутності вологи і зовсім не проростуть. У певних умовах при посіві дражованого насіння сходи можуть з'явитися пізніше, або не зійти взагалі, якщо посів проведено в недостатньо вологий ґрунт.

Отже, у дражованого насіння підвищена потреба у волозі, менший період зберігання. Наприклад, необроблене насіння капусти зберігається 4-5 років, дражоване - не більше 1 року, а якщо зберігати його при високій вологості повітря, може статися передчасне проростання.

Відповідно до ґрунтово-кліматичних умов вирощування розрізняють різні підходи в дражуванні і відповідні торгові назви драже - плазмові, лазерні, гелеві або "ЕМ" [9] та інші.

Гелеві драже містять спеціально розроблений склад гелю, який, набухаючи в ґрунті, довго утримує вологу і створює сприятливі умови для пророщування насіння у ґрунті, що дозволяє отримати насіння з більш високою схожістю та енергією проростання. Так, навіть влітку при падінні температури вночі відбувається конденсація води в ґрунті, а гелева оболонка має властивість її абсорбувати і тримати біля насінини. Навіть якщо трапиться посуха, насіння у гелевій оболонці буде забезпечене водою протягом двох-трьох тижнів. Якщо ж пройдуть зливи, надлишок води не буде загрожувати насінині: гелева оболонка пропускає повітря і утримає рівно стільки вологи, скільки потрібно [10].

ЕМ-драже містять в оболонці корисні мікроорганізми, які значно підвищують стійкість і врожайність.

У насінні-спринтері шляхом спеціальної обробки проростки насіння приводять у стан «пробудження» і в такому вигляді консервують до посіву. За сприятливих умов насінини миттєво проростають, сходи з'являються раніше і дружніше [9].

Прецизійне пророщування насіння - це активація процесу схожості для отримання більш швидкого та одночасного проростання насіння після його висіву в ґрунт. Це також дозволяє отримувати більш вирівняну товарну продукцію та здійснювати більш точний хімічний контроль забур'яненості.

Враховуючи різні ґрунтово-кліматичні умови вирощування та різні вимоги рослин до ґрунтових умов кожен виробник має свою власну лінійку марок дражованого насіння. Так, англійська компанія Germain's Seed Technology має наступні основні марки дражованого насіння:

- Охукоте – щільне драже, що розколюється у вологому ґрунті, адаптоване для моркви, цибулі-порей, салату, зеленої цибулі.

- Охумелт - драже, яке покращує використання і придатність до вирощування дрібних насінин. Гранула швидко тоне від контакту з вологою даючи насіниці доступний кисень і світло. Це корисно для швидкого проростання чутливих насінин тютюну і квітів.

- Ppl (Propellet Light) - висока якість нещільного драже, придатне для всіх овочевих культур.

- Pph (Propellet Heavy) - універсальне щільне драже, яке розщеплюється у ґрунті, що забезпечує швидке поглинання кисню, розроблено для салату.

- Prodrill - марка драже, що дозволяє точно сіяти з використанням сівалки точного висіву. Драже також сприяє стійкості і функціональності насінин у несприятливих польових умовах, створено для салату.

- Proflo (допоміжні пристрої) - щільне інкрустоване покриття, призначене спеціально для вакуумних сівалок, для молодого листя салату.

- Proflo precise (допоміжне точне) - щільне, точно інкрустоване драже, призначене для поліпшення розділення драже і витрат повітряного потоку при використанні вакуумної сівалки, спроектовано для салату.

- Propel - полегшене драже, яке розколюється і розщеплюється швидко і акуратно при розміщенні у вологих умовах проростання, що дозволяє використовувати насінинами кисень і поглинати світло для проростання. Драже точно каліброване і призначено для посіву багатьох культур: для цибулі, цибулі-порей і моркви.

- Propill – створене селекціонерами драже, придатне для пересадки продукції у лотки і торф'яні блоки, для селери [11].

Забарвлення насіння різних фірм неоднакове. Так, фірма KWS забарвлює дражоване насіння у помаранчевий колір, Даниско - зелений, Штрубе-Дікман - блакитний, Сингента - синій.

Таким чином, природно-кліматичні та техніко-технологічні умови, а також вимоги насіння до зовнішніх умов є визначальними при розробленні методики обґрунтування кількісного складу композицій для дражування.

Основна частина. Проростання насіння - явище дуже складне і багато в чому ще непізнане. К.А. Тімірязєв зазначав: «навіть чи будь-яке явище в житті рослини звертало на себе так багато уваги, як саме перше її проявлення: воно викликало роздуми і вчених, і мислителів, і поетів; воно оповите навіть якимось покривом поетичної таємничості; ми бачимо в ньому уособлення самого життя, символ пробудження від сну і смерті» [13].

Чисельне визначення та оперування поняттям схожості стало можливим, коли були встановлені оптимальні умови пророщування насіння [23, 24, 25]. Зрозуміло, що такі умови легко створити в лабораторії і дуже часто неможливо в полі. Саме ці лабораторні умови покладено в стандарти по визначенню схожості насіння [14, 15, 16, 17]. Разом з іншими теоретично-прикладними результатами дослідників і виробників [9, 10, 18, 19] узагальнено множину V_G сприятливих ґрунтово-кліматичних умов пророщування овочевого насіння, які має забезпечувати і оболонка дражованого насіння при різних, іноді несприятливих, ґрунтово-кліматичних умовах.

Зовнішні природно-кліматичні умови при природньому пророщуванні насіння можна розділити на дві категорії: напруго нерегульовані – температура ґрунту (побічно можливо впливати агростроками висіву), освітленість (опосередковано можна корегувати глибиною заробляння насіння), тип ґрунту (частково можливо змінити його фізико-механічні властивості) та безпосередньо регульовані: продуктивна вологість W_D , щільність ρ_G , пористість ґрунту $k_{PG} \in [0 \dots 1] \subset R$. Таким чином, більшість насіння усіх овочевих культур дуже вибагливо відноситься до зовнішніх умов: тип ґрунту має бути легким або середнім за механічним складом (піщано-глинистий, суглинок, піщаний, супіщаний, що формує фільтраційну здатність $k_{fG} > 0 \in R$ та міцність агрегатів ґрунту $F_{\text{разр}} \approx 0$), багатим на гумус ($> 4\%$), з мінімальною вологоємністю $W^{max} = 45 \dots 50\%$, лужність має бути в межах 6,0...7,0 НВ, пористість $k_{PG} = 50 \dots 65\%$, відносна вологість $W_{G \text{отн}} = 75 \dots 85\%$ НВ, продуктивна вологість $W_D = 15 \dots 25\%$, щільність $\rho_G = 1,0 \dots 1,2$ г/см³:
 $V_G = \{W_D, W^{max}, k_{PG}, \rho_G, F_{\text{разр}}, k_{fG}\}$.

Разом з тим серед дрібного насіння овочевих культур можна виділити категорію, яка має довгий період проростання: морква (10 діб), цибуля (12 діб), салат (10 діб), баклажан (14 діб), перець (15 діб), табак (10 діб), томат (10 діб) і для яких необхідно забезпечити умови більш вільної аерації для запобігання розвитку гнилісних бактерій. Окрім того, існують різні за вологістю W_D природно-кліматичні та штучні умови висіву насіння та вирощування овочевих культур: на зрошенні, без зрошення на богарі, при надмірному зволоженні, у захищеному ґрунті, для пересадки і пророщування у лотках. Також, бажання отримати більш ранні врожаї спонукає виробників до дражирування праймованого (яровизованого, пророщеного при стресових умовах) насіння моркви, цибулі, салату. Адаптування дражованого насіння до наявних засобів механізації для висіву та економічна доцільність отримання високих якісних показників його роботи спричинило появу вирівняного за розмірами, каліброваного

дражованого насіння (моркви, цибулі) з гладкою поверхнею та меншими коефіцієнтами тертя.

Отже, можна виділити наступний перелік незалежних та частково комбінованих в одному драже опцій (елементів з наряду призначення), які також формують технологічні властивості драже (табл.1):

- для насіння збільшеного терміну проростання;
- для вирощування на зрошенні або без зрошення в умовах дефіциту або надлишку вологи, для подальшого вирощування розсади у лотках;
- для праймованого насіння;
- для полегшення точного висіву;
- для поєднання декількох насінин в одному драже.

Таблиця 1 – Технологічні властивості дражированого насіння

№	Призначення	Культура	Технологічні властивості
1	Для насіння збільшеного терміну проростання	Морква, цибуля, салат	Щільне драже, розколюється у вологому ґрунті
2	Вирощування на зрошенні	Усі овочеві культури	Універсальне, щільне, розщеплюється у ґрунті
3	При дефіциті вологи	Усі овочеві культури	Полегшене драже для посадки при коливанні рівня вологості
4	При надлишку вологи	Усі овочеві культури	Полегшене, оболонка від контакту з водою відділяється від насінини
5	Для вирощування розсади у лотках	Усі овочеві культури	Створене селекціонерами специфічне драже
6	Для захищеного ґрунту	Усі овочеві культури	Створене селекціонерами специфічне драже
7	Для праймованого насіння	Морква, цибуля, салат	Гігроскопічне, переважна частина капілярної вологи
8	Для точного висіву	Усі овочеві культури	Драже вирівняне за розмірами з гладкою поверхнею
9	Мультилід	Дрібнонасінні культури	Під оболонкою більш ніж одна насінинка

Виходячи з бажаної близькості $k_s^G \rightarrow k_s^L$ та $k_{сп}^G \rightarrow k_{сп}^L$ множина техніко-технологічних властивостей дражированого насіння у ґрунті має бути максимально наближена до оптимальних лабораторних умов пророщування насіння: $V_D^G \rightarrow V_G: \{\forall x \in V_D^G, x \rightarrow y, y \in V_G\}$. Отже, кожне драже повинно мати мінімальну вологості $W_D^{max} = 45...50\%$, лужність - 6,0...7,0 НВ, міцність $F_{разр}^Z = 40...45$ Н у сухому стані та у ґрунті максимально швидко за час релаксації t_A^G (не більш ніж за добу) поглинати кількість води, яка необхідна для набуття оболонкою драже бажаних властивостей: пористість - $k_p^G = 50...65\%$, вологість - $W_D^G = 15...25\%$, щільність - $\rho_D^G = 1,0..1,2$ гр/см³.

Для обґрунтування раціональних кількісних складів драже проведені дослідження, за якими розроблено теоретично-емпіричну дискретну модель структури дражированої насінини (з визначенням її статистичних показників - щільності, пористості) [20, 21] (рис. 1, а), процесу її руйнування при деформуванні (визначення $F_{разр}^G$ і $F_{разр}^Z$) [22] (рис. 1, б, в) та модель поглинання ґрунтової води (W_D^{max} , k_f) за час t_A^G знаходження у ґрунті (рис. 2).

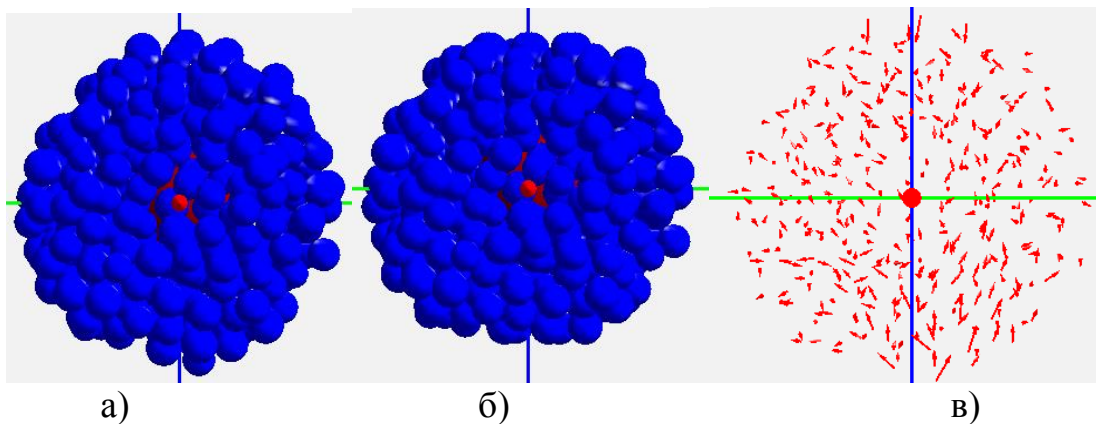


Рис. 1. Дискретна модель дражированої насінини: а – недеформоване драже, б – деформоване драже, в – векторне поле швидкостей часток.

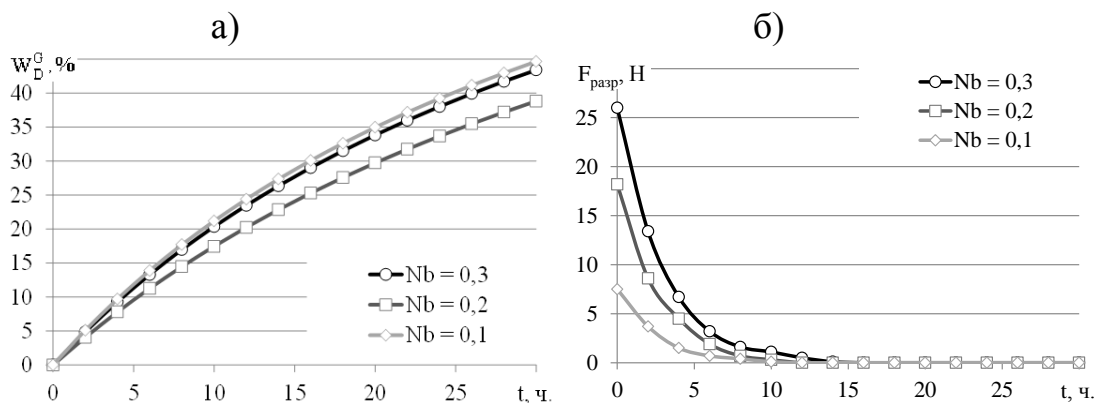


Рис. 2. Динаміка властивостей дражированого насіння ($N_g = 0,1$, $D_d = 5,0$ мм, $D_s = 0,63$ мм) у ґрунті продуктивною вологістю $W_D = 20\%$: а – зміна вологості драже за часом, б – динаміка міцності за часом

Множиною керуючих факторів K_F (змінними) при реалізації обчислювального експерименту з використанням розробленої моделі є кількісний склад драже (відносна кількість бентоніту N_b і гумату N_g , фракція піску D_s [6, 7]), продуктивна вологість W_D та час знаходження у ґрунті t_A^G , а відгуками моделі (цільовими функціями, які фактично є критеріями оптимальності) – множина змінних властивостей оболонки дражированого насіння V_D^G : міцність $F_{\text{разр}}^G$, вологість W_D^G , щільність ρ_D^G , пористість k_p^G і вологоємність W_D^{max} драже.

За наявними відгуками V_D^G моделі драже задача багатокритеріальної оптимізації полягає у пошуку вектора керуючих змінних K_F , що задовольняє накладеним обмеженням і оптимізує векторну функцію, елементи якої відповідають цільовим функціям.

Критерієм оптимальності в даному випадку може бути величина, отримана «згорткою» критеріїв у один комплексний, званий цільовою функцією (або функцією корисності) або одна з цільових функцій при накладенні обмежень на інші. Однак усі наведені цільові функції мають бути максимально наближені до ґрунтових умов на пророщування насіння $V_D^G \rightarrow V_G$, оптимальні значення яких регламентовано. Отже, доцільно в якості критерію оптимальності вибрати мінімізацію часу t_A^G набуття властивостей драже, наближених до оптимальних ґрунтових умов. Отже, умовою оптимізації є: $V_D^Z \xrightarrow{\min(t_A^G)} V_D^G$.

Дана умова оптимізації забезпечує обґрунтування раціонального кількісного складу композиції для дражування насіння при заданій вологості ґрунту і передбачає збереження цілісності драже при висіві і максимальне інтенсивне проникнення ґрунтової вологи з прискореним формуванням щільності, пористості і міцності драже, придатних для проростання насіння.

Результати реалізованих обчислювальних експериментів за запропонованою методикою з монокомпозиційним складом оболонки драже свідчать про неможливість отримання драже з властивостями, які повністю відповідають обґрунтованим умовам V_D^G : $F_{\text{разр}}^Z = 26\text{Н}$ [22]. Це свідчить про доцільність дослідження полікомпозиційного багатошарового складу драже – основний шар запропонованої композиції формує кулеподібне драже діаметром D_d з оптимальними ґрунтовими властивостями, а зовнішній шар з бентоніту товщиною H_b надає необхідну міцність (рис. 3). Раціональність використання цього принципу підтверджено світовими лідерами з виробництва дражованого насіння, які поверх основного шару наносять захисний шар штучних полімерних компонентів.

Таким чином, реалізація одного обчислювального експерименту дає можливість отримати час t_A^G , за який драже певного кількісного складу в заданих умовах (керовані змінні K_F) набуває необхідні властивості V_D^G .

Серія подібних обчислювальних експериментів за обґрунтованою матрицею планування експерименту дозволить встановити функціональну залежність часу t_A^G від керованих змінних (рис. 4). Слід підкреслити, що оптимізація передбачає розгляд усіх рішень, що потрапляють в область допустимих значень керуючих змінних K_F . Оскільки в процесі пошуку рішень доцільно частку параметрів обґрунтовувати з наведених обмежень і оптимальних умов на пророщування насіння і не проводити повний перегляд можливих варіантів композицій драже, то рішення буде «раціональним» (рис. 5). І все-таки процедура пошуку раціонального рішення частково за деякими параметрами буде включати оптимізацію.

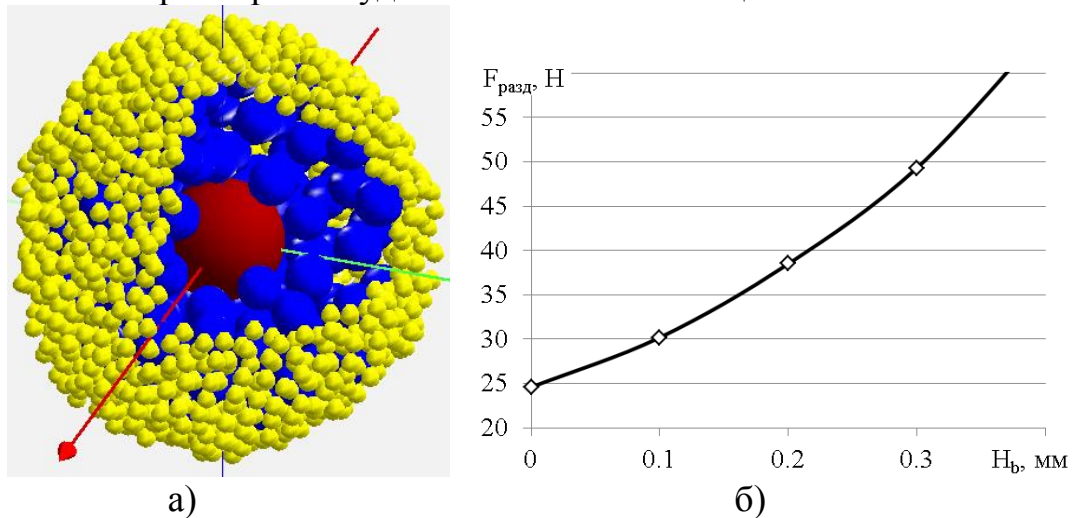


Рис. 3 - Багатошарове дражоване насіння ($N_g = 0,1$, $D_d = 5,0$ мм, $D_s = 0,63$ мм): а – дискретна модель, б – залежність міцності драже $F_{разр}^Z$ від товщини шару бентоніту H_b

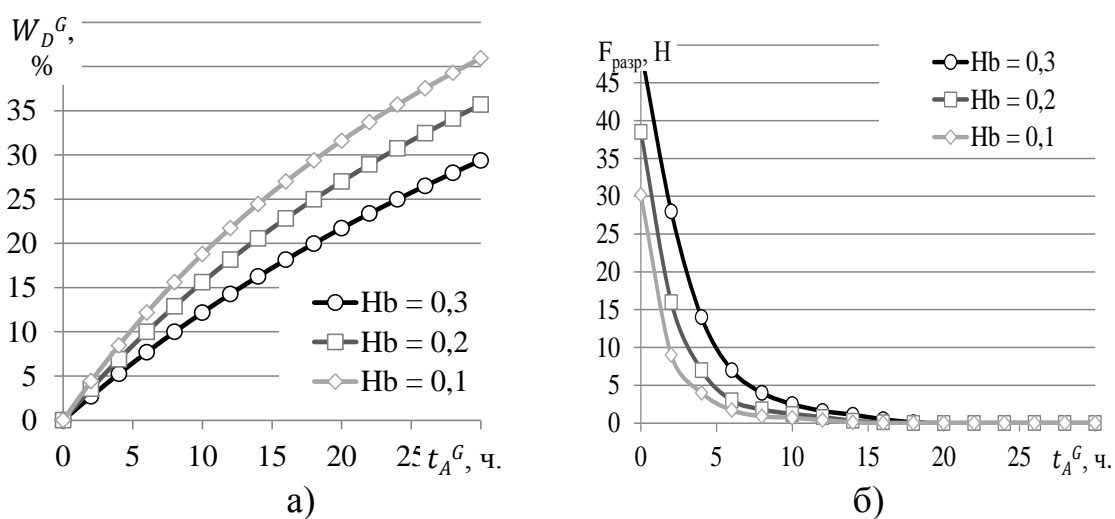


Рис. 4 – Динаміка властивостей багатошарового дражованого насіння ($N_g = 0,1$, $D_d = 5,0$ мм, $D_s = 0,63$ мм, $N_b = 0,3$) у ґрунті продуктивною вологістю $W_D = 20\%$: а – зміна вологості драже за часом, б – динаміка міцності за часом

На даний час широкого розповсюдження набули чисельні методи оптимізації першого порядку (метод градієнтного спуску, по координатний спуск, метод спряжених градієнтів, квазіньютонівські методи, алгоритм Левенберга-Марквардта), стохастичні методи (метод Монте-Карло, імітація відпалу, еволюційні алгоритми, диференційна еволюція, мурашиний алгоритм, метод роя часток) та методи нелінійного програмування.

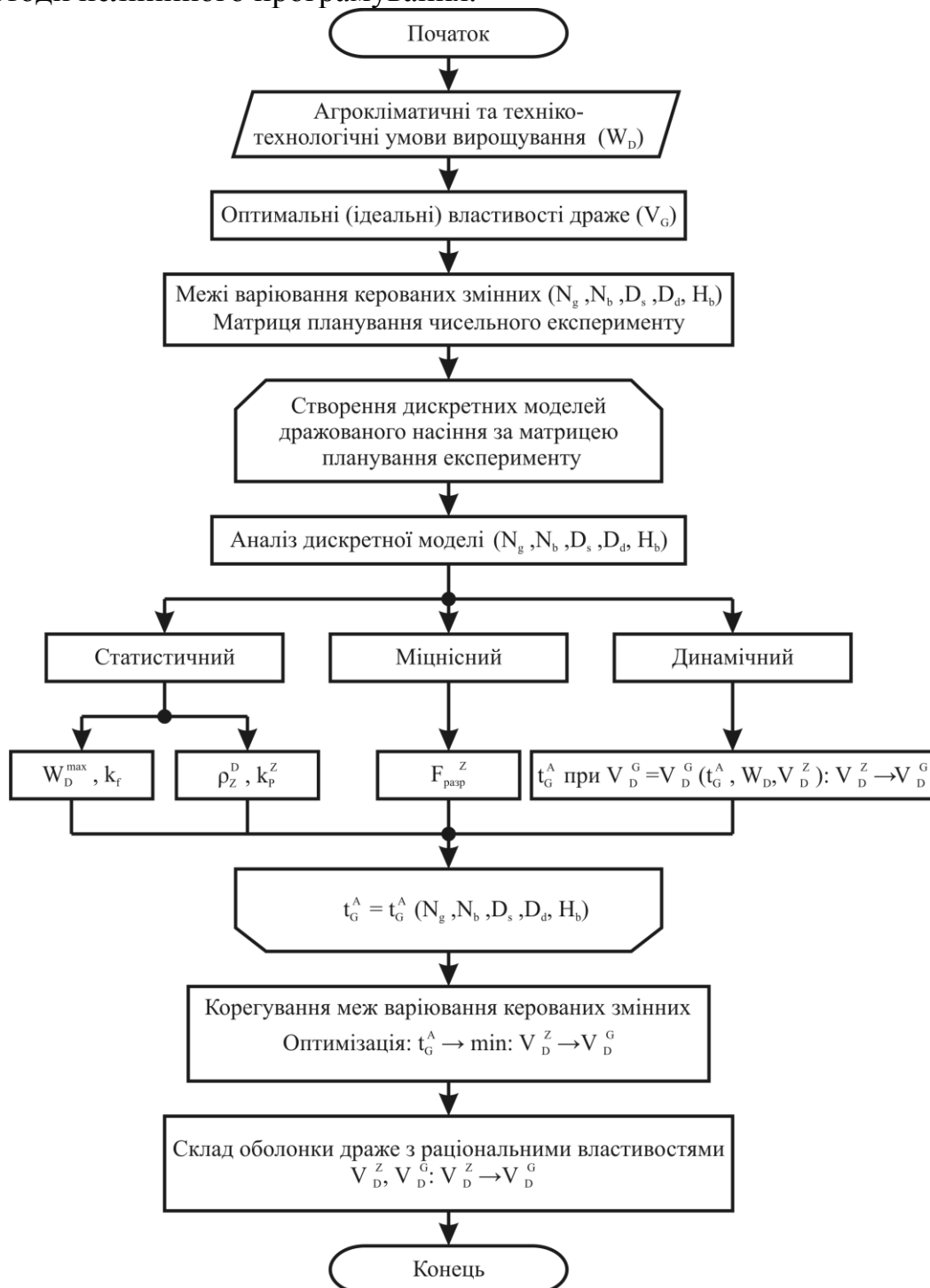


Рис. 5. Алгоритм обґрунтування кількісного складу композиції для дражування насіння

Висновки. Обґрунтовано оптимальні техніко-технологічні показники дражованого насіння: мінімальна вологості 45...50%, лужність 6,0...7,0НВ, міцність 40...45 Н у сухому стані при зберіганні та у ґрунті, максимально швидко поглинати вологу для формування пористості 50...65%, вологості 15...25%, щільності 1,0..1,2 гр/см³.

Розроблено методику обґрунтування кількісного складу композицій для дражування насіння.

Встановлено, що створення зовнішнього шару драже з бентоніту збільшує його міцність у сухому стані майже в два рази до 49Н та в ґрунті оболонка драже поглинає вологу до набуття оптимальних властивостей за термін часу до 16...18 годин.

Література

1. *Іониць Ю.* Проблеми визначення лабораторної схожості насіння цукрових буряків // Пропозиція, 2012. – №6 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com>

2. Специфікація насіння [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.bejo.ua/>

3. Manual of Seed Health Testing Methods [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.worldseed.org/isf/ishi_vegetable.html

4. *Сербій Є.К.* Міцнісні властивості компонентів для дражування насіння/ Є.К. Сербій // Праці ТДАТУ – Вип. 22. Т.4. – Мелітополь: ТДАТУ, 2014. – стр. 70-81

5. *Сербій Є.К.* Гідрофільні властивості компонентів для дражування насіння / Є.К.Сербій, І. О. Гусар // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. пр. / ДНУ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. - Дослідницьке, 2014. – Вип. 18 (32), кн. 2. – стор. 141-153

6. *Сербій Е.К.* Природные компоненты для дражирования семян / Е.К. Сербий // Материалы Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве». Т.2. – Минск, 2012, стр. 253-261

7. *Сербій Є.К.* Можливості пролонгованого використання елементів дражувальної оболонки насіння овочевих культур/ Є.К. Сербій, М.Л. Новохацький // Праці ТДАТУ – Вип. 12. Т.4. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – стр. 70-80.

8. *Рыжкова А.* Для чего нужны дражированные семена <http://lovesad.ru/ogorod/2948-dlia-chego-nyjny-drajirovannye-semena.html>

9. *Бочкова И.* Семена: дражированные, пророщенные, плазменные и лазерные // http://www.supersadovnik.ru/article_agro.aspx?id=1003206

10. Дrajированные семена моркови в гелевой оболочке [Электронный ресурс] / Режим доступа: www.babushkinadacha.ru
11. Seed Pelleting [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://germains.com/our-technologies/vegetables-flowers/seed-pelleting/>
12. Физиологические основы всхожести семян. К.Е. Овчаров 1969. М., «Наука», 280 с.
13. *Тимирязев К.А.* Жизнь растений. М., Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы. 1949, стр. 66.
14. ДСТУ 2240-93 - Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови / Держстандарт України. – 1994. – 74 с.
15. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості / Держспоживстандарт України. – 2003. – 175 с.
16. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести / Министерство сельского хозяйства СССР. – 1984 г. – 64 с.
17. ГОСТ Р 52171-2003. Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортвые и посевные качества. Общие технические условия / ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур. – 2003 г. – 19 с.
18. INCOTEC (Integrated coating & seed technology) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.semagro-msw.ru/incotec>
19. Holland Seed Coating Systems [Электронный ресурс] / Режим доступа: www.hollandseedcoating.com
20. *Сербій Є.К.* Дискретна модель дражированої насінини/ Є.К. Сербій // Збірник наук. праць. Випуск 17 (31): “Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України”. Том 2. - Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2013. Стор. 158-176.
21. *Сербій Є.К.* Статистичне дослідження дискретної моделі дражированої насінини/ Є.К. Сербій // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 28. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. – стор. 86-101
22. *Сербій Е.К.* Концепция дискретного моделирования дражированных семян/ Е.К. Сербий // Материалы Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве», Т. 2. – Минск - РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2014. - стр. 137-147

23. Реймерс Ф.Э. Растение во младенчестве/ Ф.Э. Реймерс. – 2-е изд. Перераб. – Новосибирск: Наука, 1987. – 184 с. (Человек и окружающая среда)

24. Строна И. Г. Общее семеноведение полевых культур/ И. Г. Строна – М.: Колос, 1966. – 464 с.

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ДРАЖИРОВАНИЯ СЕМЯН

Сербий Е.К

Аннотация - в статье обоснованы оптимальные технико-технологические показатели дражированных семян и приведена методика определения рационального количественного состава композиций для дражирования семян.

METHODOLOGY OF THE STUDY THE QUANTITATIVE COMPOSITIONS FOR PELLETTED SEEDS

Serbi E.

Summary

The optimal technological indicators index seed and the technique of definition of rational quantitative compositions for pelleted seeds are considered in this article.