

Особливості модернізації гідро-пневматичного висівного апарату

Є.Я. Прасолов, Т.Ю. Рижкова, К.С. Величко

Полтавська державна аграрна академія (м. Полтава, Україна)

Відомі конструкції гідравлічних та пневматичних висівних апаратів призводять до травмування насіння та їх паростків під час висіву. У модернізовану гідро-пневмосівалку пропонується вбудувати пристрій для покращення якості висіву насіння. До неї включено систему для знезараження насіння, пристрій для обробки насіння випромінюванням надвисокої частоти, пристрій для підрахунку кількості листочків пророщеної культури та підрахунку кількості насінин. Модернізовано конструкцію сошників, які забезпечують рівномірність висіву пророщеного насіння гідро-пневматичним способом.

Досліджувались фізико-механічні властивості насіння овочів. Показано, що коефіцієнт тертя насіння з робочою поверхнею ложки та стінками насінневого ящика й інших допоміжних органів впливають на якість висіву насіння, кількість пропусків і пошкодження ростків в процесі висіву. Визначено, що найменше тертя насіння з робочими поверхнями у матеріалів ПВХ або фторопласт. Значне зниження коефіцієнту тертя при використанні пророщеного насіння у якості висівного матеріалу, де поліпшення якості висіву пророщеного насіння в порівнянні з непророщеним становить в середньому 48 %. Використання запропонованої водо-насінневої рідини, якою змочують насіння в процесі висіву, підвищує якість затягування ложкою насіння. Це дозволяє переорієнтувати насіння в ложці та забезпечити його надійну фіксацію.

За трьома факторами визначені оптимальні параметри роботи гідро-пневматичної сівалки. Аналіз результатів показав, що пропуск насіння склав 2,55 % за визначальних факторів в межах: частота обертання вала 18,42...19,17 с⁻¹, жорсткість пружини державки 541...547 Н/м, швидкість потоку повітря, який направляється в насінневий ящик 5,78...6,15 м/с. Запропонована технологія забезпечує уникнення пропусків насіння та пошкодження ростків в процесі посіву овочів гідро-пневматичним висівним апаратом, що забезпечує економію й отримання ранньої продукції.

Ключові слова: *гідро-пневматичний спосіб; висівний апарат; пророщене насіння; водо-насіннева рідина; сила адгезії.*

Постановка проблеми. В Україні посів насіння овочів здійснюється рядковим способом механічними сівалками вітчизняного виробництва СТВТ-4, СОН-4-2, СОТ-4/2 і пневмомеханічними – СУПО-8, КЛЕН та закордонними – Gaspardo-Olimpia, Gaspardo-Orietta, Colibra. Відомі сівалки використовують для посіву насіння овочів при робочій швидкості 5...8 км/год, де диски і осередки відповідають розмірам зерен. Висів відбувається із заданою кількістю насіння на гектар та повною рівномірністю розміщення в рядку та лише за сприятливих умов, що здатні забезпечити потрібну густоту рослин. Нажаль, вони не пристосовані для посіву пророщеного легкового насіння.

Аналіз останніх досліджень. Розробці апарату для висіву пророщеного насіння присвячені дослідження Мельника В.І., Пастухова В.І., Бакуми М.В., Манчинського Ю.О., Бойко В.Б., Булгакова В.М. Пилипаки С.Ф., Черкащенко Г.М., Ольховського М.Ф., Клімчука О.Д., Труфляка Є.В., Яркіна Д.С., Дешко В.І., Коновал О.О., Кузьменко Л.І., Ящук Д.А. та інших науковців [1-9].

Існує ряд висівних апаратів, які використовуються в агропромисловому комплексі для якісного висівання несипучого насіння, які мають ряд недоліків, що пов'язані, насамперед, з механічними пошкодженнями насіння та ростків, та залежністю норми висіву від швидкості руху. Також, одним із недоліків пневматичного висівного апарату є відсутність ізольованої камери, що веде до підвищених витрат повітря. В результаті чого висів насіння проходить за більшого ніж потрібно тиску, тому дозування висівання може бути низько ефективним [1-9]. Також виникає потреба у створенні комбінованих посівних машин для скорочення розриву в часі між процесами обробки насіння та його висівом у ґрунт.

Мета досліджень. Проведений літературний огляд показав, що немає універсального апарату для висіву пророщеного легкового насіння овочів із заданою відстанню між ними та мінімізацією пошкодження насіння й їх ростків.

Підвищення якості процесу висіву легкового насіння можливе при удосконаленні гідро-пневматичного апарату. У модернізовану пнев-

мосівалку марки СПЧ-6М пропонується вбудувати пристрої для покращення якості посіву пророщеного насіння, а саме: технічну систему для знезараження насіння, пристрій для обробки насіння випромінюванням надвисокої частоти, пристрій для підрахунку кількості листочків пророщеної культури та підрахунку кількості насінин. Крім того, модернізувати конструкцію сошників, які забезпечують рівномірність висіву пророщеного насіння гідро-пневматичним способом [10].

Результати досліджень. Для досліджень було вибрано насіння огірків сортів Фенікс-640 та Дальновосточний-27, кабачків Садко F-1, які є стійкими до засухи, серед яких відбирали крупне, повновагом, не пошкоджене. Посівний матеріал по 100 насінин кожного сорту замочували у 3-відсотковому розчині кухонної солі, змішували і витримували 5-7 хвилин. Проводилося прогрівання за допомогою опалювального приладу протягом доби для забезпечення наближення умов пророщування до виробничих, потім замочувалося насіння повторно у воді та витримувалося 2...3 години до повного набухання. Дослідження виконувались за змінної температури пророщування 25...38 °С з фіксацією часу розвитку ростка та його розмірів.

Під час експериментів досліджувались фізико-механічні властивості пророщеного насіння овочів, а саме: визначення коефіцієнтів тертя насіння та зчеплення з робочою поверхнею ложки та параметри насіння. У процесі роботи гідро-пневматичного висівного апарату тертя виникає між насінням та стінками насінневого ящика, поверхнями робочих і допоміжних органів, а також тертя спокою насіння на внутрішній поверхні ложки під час його транспортування до висівного вікна. Показники тертя змінюються під впливом факторів: вологість зразка, стан робочої поверхні. Матеріалами дослідних поверхонь виступали найбільш поширені у сівалках: сталь, гума, полівінілхлорид і фторопласт. Показники тертя руху визначались на приладі академіка В.А. Желіговського.

Результати експериментальних вимірювань коефіцієнтів тертя представлено в таблиці 1. Побудовані графічні залежності на основі цих досліджень, показали, що низьке зчеплення насіння з поверхнею ложки найкраще проявляється у матеріалів ПВХ і фторопласт (рис. 1). Крім того, найменше затримується на цих поверхнях насіння огірка Дальновосточний -27 (рис. 1).

Прийнявши до уваги експериментальні дослідження коефіцієнтів тертя щодо пророщеного насіння, було встановлено, що коефіцієнт зчеплення найнижчий у поверхні ПВХ, тому пропонується саме цей матеріал використовувати для виготовлення робочих поверхонь, до яких дотикається насіння (рис. 2).

Таблиця 1. Експериментальні результати вимірювання коефіцієнтів тертя

Назва	Гума	Сталь	ПВХ	Фторопласт
Коефіцієнти тертя спокою				
Огірок Дальновосточний-27	0,58	0,42	0,29	0,32
Огірок Фенікс-640	0,67	0,45	0,39	0,45
Кабачок Садко F-1	0,60	0,65	0,41	0,45
Коефіцієнти тертя ковзання пророщеного насіння				
Огірок Дальновосточний-27	0,35	0,22	0,13	0,16
Огірок Фенікс-640	0,43	0,20	0,19	0,20
Кабачок Садко F-1	0,42	0,45	0,20	0,23

Крім того, порівнюючи представлені графічні залежності спостерігається значне зниження коефіцієнту тертя при використанні пророщеного насіння у якості висівного матеріалу.

В цілому ефективність використання пророщеного насіння для висіву лише за коефіцієнтом тертя є високою для ПВХ поверхонь та фторопластів, що в середньому становить поліпшення якості висіву у 2 рази.

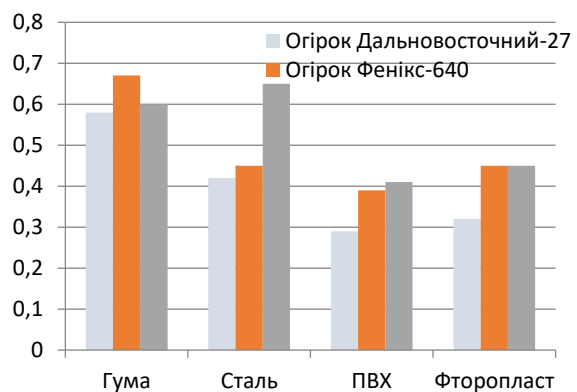


Рис. 1. Коефіцієнти тертя спокою для дослідного насіння

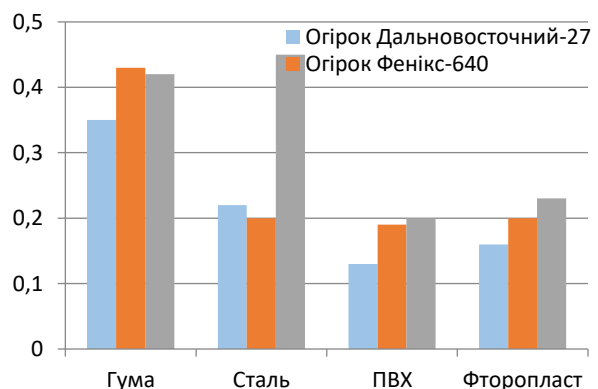


Рис. 2. Коефіцієнти тертя ковзання пророщеного дослідного насіння

У дослідженнях фізико-механічних властивостей пророщеного насіння овочів визначались форма, розміри і маса, які впливають на процес заповнення ложок апарата насінням і викидання насіння у висівне вікно. Розміри визначалися до 0,05 мм, маса за допомогою електронних терезів для сухого насіння та в результаті його набухання і пророщування.

За методикою визначення коефіцієнту зчеплення насіння з поверхнею ложки за допомогою електронного динамометра проводили вимірювання сили адгезії між двома пластинами, на одній з яких наклеєно насіння овочів, а інша з бавовняною тканиною притиснута до неї. Через добу за оптимальних умов пророщення проводились повторні вимірювання сили адгезії та визначались графічні залежності. Наявність зчеплення забезпечує також водо-насіenneва рідина, якою змочують насіння в процесі висіву. Для визначення наявності крохмалю в цій рідині до неї додають 5-відсотковий спиртовий розчин йоду. Наявність синього кольору свідчить про присутність крохмалю у розчині. В'язкість водо-насіenneвої рідини вимірювалася візкозиметром з метою визначення оптимального показника її зчеплення з насінням у ложці.

Для проведення польових досліджень використовували гідро-пневматичний висівний апарат, в насінневий ящик якого вертикально вставлений диск, на якому закріплені державки з ложками, куди завантажуються пророщене насіння овочів разом з водою. Апарат має уловлювач, нижня частина якого є висівним вікном, де компресором нагнітається повітря і подається до насінневого ящика, чим забезпечується подача водо-насіenneвої рідини в одному напрямку. Спочатку ложка входить у водо-насіenneву рідину, що сприяє затягуванню насіння та перекриванню отвору. В результаті чого тиск під насінням зменшується, що спричиняє переорієнтацію насіння в ложці та надійно його утримує. На ложку діє сила інерції, яка за допомогою пружини викидає до уловлювача насіння, що направляється у висівне вікно з визначеним інтервалом, в результаті чого насіння надходить по насінневопроводу в борозну, виконану сошником.

В експериментах використовувалось матричне планування, де були визначені три найвпливовіші на висів змінні фактори: x_1 – частота обертання вала, c^{-1} ; x_2 – жорсткість пружини державки, Н/м; x_3 – швидкість потоку повітря, який направляється в насінневий ящик, м/с. Вихідним показником було обрано пропуск насіння у відсотках. У результаті математичних перетворень встановлено оптимальні значення факторів $x_1 = 17,97$, $x_2 = 553$, $x_3 = 6,12$. Адекватність математичних моделей перевірялася за критерієм Фішера. За результатами досліджень відповідно

рівнянь регресії побудовано графічні зображення поверхонь в програмному продукті Statistica (рис. 3). Аналіз результатів показав, що пропуск насіння склав 2,55 % за значень факторів:

$$\begin{aligned} x_1 &= 18,42 \dots 19,17 \text{ c}^{-1}, \\ x_2 &= 541 \dots 547 \text{ Н/м}, \\ x_3 &= 5,78 \dots 6,15 \text{ м/с}. \end{aligned}$$

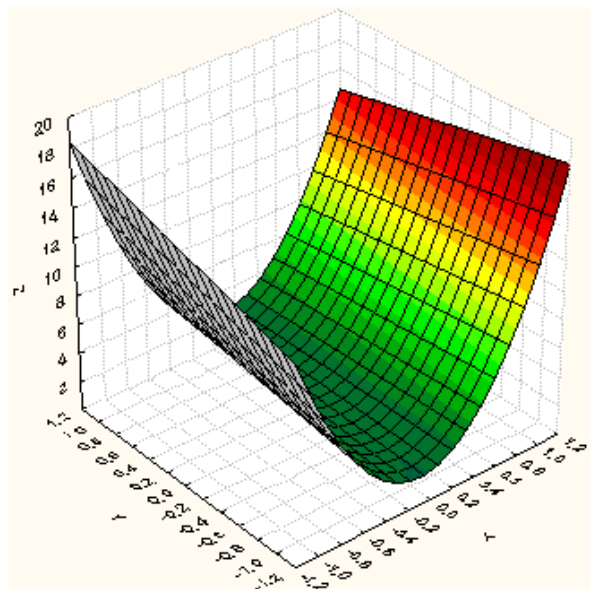


Рис. 3. Графічне зображення поверхні взаємодії змінних факторів

Проведений розрахунок економічної ефективності за стандартною методикою. Приріст чистого прибутку на 1 га посівів склав для насіння огірків Дальновосточний-27 – 707,00 грн., огірків Фенікс-640 – 4730,00 грн., кабачків Садко F-1 – 4060,00 грн.

Висновок. Встановлено, що існуючі висівні апарати у процесі висіву пророщеного легкового насіння овочів не забезпечують ефективного якісного висіву внаслідок налипання частини насіння на поверхнях робочих органів. Запропонований принцип обробки насіння у модернізованій гідро-пневматичній сівальці дозволяє оптимізувати процес висіву насіння та забезпечити високоякісний висів насіння у ґрунт з уникненням пропусків насіння. Для досягнення цього проводиться зменшення сили адгезії шляхом зміни швидкості подачі повітря в ящик, зокрема, для пророщеного насіння огірків швидкість подачі повітря становить 2,77-3,15 м/с, кабачків – 3,35 м/с. Результати польових досліджень показали, що пророщене насіння, яке попередньо замочене водо-насіenneвою рідиною, зійшло з глибини посіву 8 см через 5 днів зі схожістю 98 %, а сухе непророщене – з глибини 8 см через 14 днів зі схожістю 50%.

Перевагою запропонованої технології є уникнення пропусків насіння та пошкодження ростків в процесі посіву овочів висівним апа-

ратом, що забезпечує економію легковагового насіння й отримання ранньої продукції. Результати проведених лабораторно-польових досліджень підтвердили теоретичне обґрунтування доцільності використання удосконаленої гідро-пневматичної сівалки.

Література:

1. Пастухов В. І. Перспективи розвитку промислового виробництва овочів в Харківському регіоні. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2012. Вип. 124. Т. 1. С. 221–232.
2. Мельник В., Циганенко М., Аникеєв А., Сыровицкий К. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия. Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, 2015. Vol.17. № 7. P. 61-66.
3. Ящук Д.А., Ольховський Н.Ф., Бакум М. В., Манчинський Ю.О. До обґрунтування нового способу сівби насіння овочевих культур. Вісник ХНТУСГ. Вип. №75. Том1. Харків, 2008. С. 174-178.
4. Лазаренко Я.С., Цепляев А. Н. Совершенствование посева проросшими семенами овощных культур. Наука и молодежь: новые идеи и решения : Материалы IV Международной научно-практической конференции молодых исследователей, 26-28 апреля 2010 г. Волгоград. Часть 1. С. 187-188.
5. Цепляев А.Н., Шапров М.Н., Мартынов И.С., Абезин Д.А. Инновационные технологии и средства механизации посева семян бахчевых культур. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, 2009. № 2. С. 88-94.
6. Абезин В.Г., Цепляев А.Н. Высевающие аппараты для точного высева проросших семян овощных и бахчевых культур. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. 2010. № 4 (20). С. 149-157.
7. Asagi N., Ueno H., Sekiya H., Ogiwara H. Establishment of rice seedlings by direct sowing multiple seed pellets on paddy soil covered with legume living mulch. Plant Production Science, 2008. Vol.11. № 3. P. 361-365.
8. Taylor A.G., Eckenrode C.J. and Straub R.W. Seed treatments for onions: Challenges and progress. HortScience, 2001. Vol. 36(2). P. 199-205.
9. Garrett R.E., Shafii S., Upadhyaya S.K. Encapsulation of seeds in gel by impact. Applied Engineering in Agriculture, 1994. Vol. 10(2). P. 183-187.
10. Прасолов Є.Я., Рижкова Т.Ю., Величко К.С. Удосконалення гідро-пневматичного висівного апарату. Технології і засоби механізації

сільськогосподарського виробництва : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, студентів та аспірантів, 11-14 травня 2020 р. Полтава, 2020. С.76-77.

References

1. Pastuxov V. I. Perspektivy vy`rozvy`tku promy`slovogo vy`robnyc`stva ovochiv v Xarkivs`komu regioni. Visny`k Xarkivs`kogo nacional`nogo texnichnogo universy`tetu sil`s`kogo gospodarstva imeni Petra Vasy`lenka. Xarkiv, 2012. Vy`p. 124. T. 1. S. 221–232.
2. Melnik V., Ciganenko M., Anikeev A., Syrovickij K. Jekonomicheskaja jeffektivnost jelementov sistemy tochnogo zemledelija. Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, 2015. Vol.17. № 7. S. 61-66.
3. Yashhuk D.A., Ol`xovs`ky`j N.F., Bakum M. V., Manchyns`ky`j Yu.O. Do obgruntuvannjam novogo sposobu sivby` nasinnja ovochevy`x kul`tur. Visny`k XNTUSG. Vy`p. #75. Tom1. Xarkiv, 2008. S.174-178.
4. Lazarenko Ja.S., Cepljaev A.N. Sovershenstvovanie poseva prorosshimi semenami ovoshhnyh kul`tur. Nauka i molodezh': novye idei i reshenija : Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh issledovatelej, 26-28 aprelja 2010 g. Volgograd. Chast' 1. S. 187-188.
5. Cepljaev A.N., Shaprov M.N., Martynov I.S., Abezina D.A. Innovacionnye tehnologii i sredstva mehanizacii poseva semjan bahchevyh kul`tur. Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie, 2009. № 2. S. 88-94.
6. Abezina V.G., Cepljaev A.N. Vysevajushhie apparaty dlja tochnogo vyseva prorashhennyh semjan ovoshhnyh i bahchevyh kul`tur. Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa : nauka i vysshee professional'noe obrazovanie, 2010. № 4 (20). S. 149-157.
7. Asagi N., Ueno H., Sekiya H., Ogiwara H. Establishment of rice seedlings by direct sowing multiple seed pellets on paddy soil covered with legume living mulch. Plant Production Science, 2008. Vol.11. № 3. P. 361-365.
8. Taylor A.G., Eckenrode C.J. and Straub R.W. Seed treatments for onions: Challenges and progress. HortScience, 2001. Vol. 36(2). P. 199-205.
9. Garrett R.E., Shafii S., Upadhyaya S.K. Encapsulation of seeds in gel by impact. Applied Engineering in Agriculture, 1994. Vol. 10(2). P. 183-187.
10. Prasolov Ye.Ya., Ry`zhkova T.Yu., Vely`chko K.S. Udoskonalennya gidro-pnevmaty`chnogo vy`sivnogo aparatu. Texnologiyi i zasoby` mehanizaciyi sil`s`kogospodars`kogo vy`robnyc`stva: materialy` Vseukrayins`koyi naukovo-prakty`chnoyi konferenciyi molody`x vcheny`x, studentiv ta aspirantiv, 11-14 travnya 2020 r. Poltava, 2020. S.76-77.

Аннотация

**Особенности модернизации
гидро-пневматического висевающего аппарата**

Е.Я. Прасолов, Т.Ю. Рыжкова, К.С. Величко

Известные конструкции гидравлических и пневматических посевных аппаратов ведут к травмированию семян и их ростков во время посева. В модернизированную гидро-пневматическую сеялку предлагается встроить устройства для улучшения качества высева семян. В неё входят: система для обеззараживания семян, устройство для обработки семян излучениями сверхвысокой частоты, устройство для подсчета количества листочков пророщенных семян и подсчета количества семян. Проведено модернизацию конструкции сошников, которые обеспечивают равномерность высева пророщенных семян гидро-пневматическим способом.

Проводились исследования физико-механических свойств семян овощей. Показано, что коэффициент трения семян об рабочие поверхности ложки и стенки семенного ящика, а также других дополнительных органов влияет на качество высева семян, количество пропусков и повреждения ростков в процессе высева. Определено, что наименьшее трение семян с рабочими поверхностями у материалов ПВХ и фторопластов. Снижение коэффициента трения при использовании пророщенных семян как высевного материала повышает качество высева семян в сравнении с непророщенными семенами в среднем на 48 %. Использование предложенной водно-семенной жидкости, которой смачивают семена в процессе высева, повышает качество затягивания ложкой семян. Это способствует переориентации семян в ложке и обеспечению их надежной фиксации.

По трём факторам определены оптимальные параметры работы гидро-пневматической сеялки. Анализ результатов показал, что пропуск семян составляет 2,55 % по определяющим факторам в диапазоне: частота оборотов вала 18,42...19,17 с⁻¹, жесткость пружины державки 541...547 Н/м, скорость потока воздуха, который направляется в семенной ящик 5,78...6,15 м/с. Предложена технология исключает пропуски семян и повреждения ростков в процессе посева овощей гидро-пневматическим висевающим аппаратом, что обеспечивает экономию и получение ранней продукции

Ключевые слова: гидро-пневматический способ; висевающий аппарат; проросшие семена; водно-семенная жидкость; сила адгезии.

Abstract

Features of modernization hydro-pneumatic sowing machine

E.Ya. Prasolov, T.Yu. Ryzhkova, K.S. Velichko

Well-known hydraulic and pneumatic sowing machine designs cause damage to seeds and their sprouts during sowing. The modernised hydro-pneumatic sowing machine is designed to incorporate devices to improve seed quality. It includes: a system for disinfecting seeds, a device for treating seeds with ultra-high frequency radiation, a device for counting germinated seed leaves and counting the number of seeds. The coulter structure was modernized which ensure that germinated seeds are evenly sown using the hydro-pneumatic method.

Researches were conducted on the physical and mechanical properties of vegetable seeds. The friction coefficient of the seed against the working surfaces of the spoon and the wall of the seed box and other additional organs affects the quality of seed sowing, the number of passes and sprouts damaged during sowing. The lowest friction on work surfaces made of PVC and PTFE materials was determined. The friction coefficient is reduced by using germinated seeds as sowing material, which results in an average increase of 48 % in the quality of sowing compared to non-productive seeds. The use of aqueous seed fluid increases the quality of spoon-tightening the seeds. This aqueous-seed fluid soaks the seeds during the sowing process. This promotes the reorientation of the seeds in the spoon and ensures that they are firmly anchored.

The optimum performance parameters of the hydro-pneumatic seeder are determined by three factors. The results showed a seed pass of 2.55% according to the determining factors in the range: shaft rotation frequency 18.42...19.17 s⁻¹, spring rigidity for holder 541...547 N/m, airflow rate directed to the seed box 5.78...6.15 m/s. This technology eliminates skipping seeds and avoids damage to the sprouts during the sowing of vegetables with a hydro-pneumatic sowing machine, it is an economical process and makes it possible to obtain early products.

Keywords: hydro-pneumatic way; sowing machine; germinated seeds; aqueous-seed fluid; adhesive strength.

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Prasolov, E. Y., Ryzhkova, T. Y. and Velichko, K. S. (2020) 'Features of modernization hydro-pneumatic sowing machine', *Engineering of nature management*, (3(17)), pp. 65 - 69.

Подано до редакції / Received: 02.09.2020