

6. Муха В.Д., Муха Д.В., Ачкасов А.Л. Практикум по агрономическому почвоведению. – СПб.: Лань, 2013. – 480 с.

7. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбеков Р.Ф. Практикум по почвоведению. – М.: Агроконсалт, 2012. – 280 с.

8. Ваулин А.В. Определение достоверных средних многолетних показателей краткосрочных полевых опытов при обработке результатов исследований методом дисперсионного анализа // *Агрохимия*. – 1998. – № 12. – С. 71-75.

9. Завьялова Н.Е., Митрофанова Е.М. Влияние минеральных удобрений и известкования на биологическую активность дерново-подзолистой почвы // *Агрохимия*. – 2008. – № 12. – С. 29-34.

10. Науменко А.В., Ковшик И.Г., Прокопчук В.Ф. Свойства почвы и урожайность культур в зависимости от системы удобрений и известкования: монография. – Благовещенск: ДальГАУ, 2012. – 121 с.

References

1. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. *Biologicheskaya diagnostika i indikatsiya pochv: metodologiya i metody issledovaniy*. – Rostov-na-Donu: Izd-vo RGU, 2003. – 216 s.

2. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. *Pochvovedenie*. – M.: Izdatel'stvo Yurait, 2013. – 527 s.

3. Kuznetsova I.V., Tikhonravova P.I., Bondarev A.G. *Izmenenie svoystv zaleznykh*

serykh lesnykh pochv // *Pochvovedenie*. – 2009. – № 9. – С. 1142-1150.

4. Semenov A.M., Semenov V.M., Van Bruggen A.Kh.K. *Diagnostika zdorov'ya i kachestva pochvy* // *Agrokimiya*. – 2011. – № 12. – С. 4-20.

5. CO₂ emission in a subtropical red paddy soil (Ultisol) as affected by straw and N-fertilizer applications: A case study in Southern China / J. Iqbal, R. Hu, S. Lin et al. // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. – 2009. – Vol. 131 (3-4). – P. 292-302.

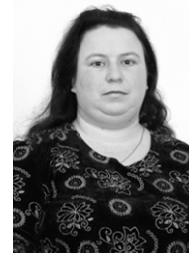
6. Mukha, V.D., Mukha D.V., Achkasov A.L. *Praktikum po agronomicheskomu pochvovedeniyu*. – SPb.: Lan', 2013. – 480 s.

7. Ganzhara N.F., Borisov B.A., Baibekov R.F. *Praktikum po pochvovedeniyu*. – M.: Agrokonsalt, 2012. – 280 s.

8. Vaulin A.V. *Opreделение dostovernykh srednikh mnogoletnikh pokazatelei kratkosrochnykh polevykh opytov pri obrabotke rezul'tatov issledovaniy metodom dispersionnogo analiza* // *Agrokimiya*. – 1998. – № 12. – С. 71-75.

9. Zav'yalova N.E., Mitrofanova E.M. *Vliyanie mineral'nykh udobrenii i izvestkovaniya na biologicheskuyu aktivnost' dervno-podzolistoi pochvy* // *Agrokimiya*. – 2008. – № 12. – С. 29-34.

10. Naumenko A.V., Kovshik I.G., Prokopchuk V.F. *Svoistva pochvy i urozhainost' kul'tur v zavisimosti ot sistemy udobrenii i izvestkovaniya: monografiya*. – Blagoveshchensk: Dal'GAU, 2012. – 121 s.



УДК 633.11:537.8

О.М. Соболева, Е.П. Кондратенко, И.В. Егорова, Н.В. Вербицкая
O.M. Soboleva, Ye.P. Kondratenko, I.V. Yegorova, N.V. Verbitskaya

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

VARIATION OF BIOMETRIC INDICES OF WHEAT SPROUTS AFFECTED BY ELECTROMAGNETIC FIELD

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт, электромагнитное поле, предпосевная обработка, изменчивость, биометрические показатели, длина, проросток, первичные корни, развитие семени, онтогенез.

Keywords: spring soft wheat, variety, electromagnetic field, pre-seeding treatment, variation, biometric indices, length, sprout, primary roots, seed development, ontogenesis.

В настоящий момент влияние электромагнитного поля сверхвысокой частоты на культурные растения изучено довольно подробно. Однако недостаточно исследованным остается вопрос воздействия СВЧ на растение в процессе онтогенеза. Целью исследования явилось изучение характера влияния электромагнитного поля сверхвысокой частоты на биометрические показатели зародышевых корней и проростка яровой мягкой пшеницы. Объект исследований – разные сорта яровой мягкой пшеницы Республики Казахстан. Эксперименты проводились в период с 2010 по 2012 гг. на учебном поле ФГБОУ ВПО «Кемеровский ГСХИ». Показан характер зависимости развития корней и побега яровой мягкой пшеницы на первом этапе онтогенеза под влиянием электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Максимального развития корни и проростки семян пшеницы достигают при воздействии СВЧ-поля в течение 5 с при 22% (сорта Астана, Акмола 2), 26% (Карабалыкская 90), а также 18 и 30% влажности (Целинная Юбилейная). Доказана необходимость предварительного изучения и подбора оптимальной влажности зерна на момент обработки. Показаны различия в реакции среднеспелых и позднеспелых сортов пшеницы на СВЧ-воздействие. Зародыши семян позднеспелых сортов оказываются более чувствительными и менее устойчивыми к длительной экспозиции воздействия СВЧ одновременно при высокой влажности зерна. Несмотря на сильные колебания изучаемых показателей по отдельным вариантам и сортам, соотношение длины проростка к длине корней остается стабильным.

To date the effect of SHF (super high frequency) electromagnetic field on cultivated plants is thoroughly studied. However, the issue of SHF effect on a plant in the ontogenesis is still understudied. The research goal was to study the effect of SHF electromagnetic field on the biometric indices of embryo roots and sprouts of spring soft wheat. Different spring soft wheat varieties developed in the Republic of Kazakhstan were investigated. The experiments were conducted over a period 2010-2012 on the trial field of the Kemerovo State Agricultural Institute. The pattern of the dependence of the development of roots and sprouts of spring soft wheat at the first ontogenesis stage on the effect of SHF electromagnetic field is discussed. The roots and sprouts of wheat seeds reach their maximum development when exposed to SHF field for 5 s at the following moisture content percentage: 22% (Astana and Ak-mola-2 varieties), 26% (Karabalykskaya-90 variety), 18% and 30% (Tselinnaya Yubileynaya variety). The necessity of preliminary study of the optimal grain moisture content at the time of treatment is proved. The differences in the response of mid-season and late-season wheat varieties to SHF exposure are shown. Wheat germs of late-season varieties are more sensitive and less resistant to long SHF exposure at grain moisture content. In spite of significant fluctuations of the studied indices in individual variants and varieties, the ratio of sprout length to roots length remains stable.

Соболева Ольга Михайловна, к.б.н., доцент, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Кондратенко Екатерина Петровна, д.с.-х.н., проф., Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Егорова Ирина Владимировна, аспирант, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Вербицкая Наталья Валерьевна, аспирант, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт. Тел.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Soboleva Olga Mikhailovna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Kondratenko Yekaterina Petrovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Yegorova Irina Vladimirovna, Post-Graduate Student, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Verbitskaya Natalya Valeryevna, Post-Graduate Student, Kemerovo State Agricultural Institute. Ph.: (3842) 73-43-59. E-mail: meer@yandex.ru.

Введение

Влияние электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) на важнейшие показатели культурных растений довольно подробно изучено целым рядом известных ученых (В.П. Богун, Н.В. Цугленок, Г.И. Цугленок, Г.Г. Юсупова и др.) [1-3]. Получены убедительные доказательства возможности использования определенных режимов ЭМП для увеличения урожайности и улучшения технологических свойств зерна [4-7]. Однако недостаточно изученным остается вопрос влияния ЭМП СВЧ на растение и его органы в отдельные периоды онтогенетического развития. Знание особенностей протекания онтогенеза важно и для селекционеров, и для аг-

рономов, которые судят о растении по фенофазам. Число отдельных стадий, выделяемых некоторыми авторами в фенологических наблюдениях, может достигать до 99, однако одной из самых важных фаз развития растений является начальная, с момента прорастания семени и до появления первых листьев [8, 9]. Именно на данном этапе растение развивается в основном за счет накопленных ранее резервов семени – за счет эндосперма. Помимо запасов зерновки, немаловажное значение имеют и условия, в которых протекает ее прорастание. Прохождение первого этапа, т.е. прорастание семени и развитие первых листьев и корней, в неблагоприятных условиях часто приводит к образованию непол-

ноценных растений. Большого урожая ждать от таких особей не приходится.

В связи с вышесказанным поставлена **цель** – изучить характер воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты на биометрические показатели зародышевых корней и проростка яровой мягкой пшеницы. Для достижения цели были поставлены **задачи**: измерить длину проростков и корней при прорастании семян пшеницы, обработанных ЭМП СВЧ; провести корреляционный и вариационный анализ полученных данных; выбрать наиболее благоприятный режим обработки.

Объект и методы исследований

Объектом исследований служили 4 сорта яровой мягкой пшеницы разных групп спелости, выращиваемых на сортоиспытательном участке Акмолинской области Республики Казахстан. К среднеспелой группе относятся сорта Астана и Акмола 2, к позднеспелой группе – сорта Карабалыкская 90 и Целинная Юбилейная.

Обработка семян пшеницы перед проращиванием проводилась на кафедре технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Кемеровского государственного сельскохозяйственного института в 2010-2012 гг. на установке Panasonic NN-SM330WZPE мощностью 1,2 кВт и частотой 2,45 ГГц. Опытные варианты подвергались воздействию ЭМП СВЧ в течение 5 и 10 с; контрольный вариант не обрабатывался. Перед помещением зерна в СВЧ-устройство его предварительно увлажняли до следующих величин: 18, 22, 26 и 30%; после облучения семена раскладывали по чашкам Петри со стерильной увлажненной фильтровальной бумагой в четырехкратной повторности. Измерения длины корней и проростка у проросших семян проводились на 7-й день.

Результаты исследований

В обследованных вариантах отмечена гетерогенность по изучаемым признакам. Так, средняя длина корней по всем изучаемым вариантам и сортам составляет 2,55 см (рис. 1), по сортам находится на уровне от 2,34 (Целинная Юбилейная) до 2,59-2,65 см (остальные сорта). Зарегистрированный минимум составил 1,24 см (сорт Карабалыкская 90, контроль, влажность 26%), максимум – 3,85 см (сорт Акмола 2, экспозиция 5 с, влажность 22%); разница составила 3,1 раза. Разброс минимум-максимум по сортам находится в пределах: для сорта Астана – от 2,00 до 3,8 см (разница составляет 1,90 раза); Акмола 2 – от 2,1 до 3,85 (1,83 раза); Карабалыкская 90 – от 1,24 до 3,78 (3,04 раза); Целинная Юбилейная – от 1,42 до 3,6 см (2,53 раза).

Сорта среднеспелой группы обладают низким уровнем вариации по изучаемому признаку – в среднем 20,98% для сорта Астана и 19,54% для Акмола 2, в то время как среднепоздние сорта демонстрируют очень высокий уровень варибельности – 43,03% у сорта Карабалыкская 90 и 45,74% у сорта Целинная Юбилейная. Более детальный анализ показывает, что для разной влажности зерна коэффициенты вариации также различны. Причем, более сильный размах варьирования у среднеспелых сортов характерен для более низкой влажности зерна (18-22%) и колеблется в среднем, от 18,33 до 26,43%, а у среднепоздних – напротив, для большей влажности (26-30%) и колеблется в среднем от 39,65 до 89,51%.

Чрезмерная влажность оказалась неблагоприятной и для контрольных, необработанных вариантов большинства сортов – при влажности 26 и 30% длина корней достоверно ниже, чем при 22%. Только для сорта Целинная Юбилейная данная тенденция не характерна – напротив, варианты с влажностью 26 и 30% демонстрируют большую длину корней, чем при влажности 18 и 26%.

Низкая влажность зерна (18%) также не совсем благоприятна для интенсивного развития корневой системы, об этом убедительно свидетельствуют полученные диаграммы – у всех сортов в контрольных вариантах длина корней при развитии семян при данном уровне влажности не превышает 2,1 см, а зачастую и меньше.

Что касается влияния СВЧ-энергии на зерно разной увлажненности, то особенности определяются сортовыми различиями. Так, для среднеспелых сортов наиболее эффективным вариантом является следующий: экспозиция 5 с и влажность семян 22%. Именно данный режим приводит к максимальному развитию зародышевых корней и может считаться оптимальным среди всех изученных вариантов. При этом их длина составляет 3,8-3,85 см, что на 14,5-15,6% превышает лучшие контрольные показатели. Также довольно благоприятным может считаться вариант с минимальной экспозицией и влажностью 18%. В этом случае корни также развиваются достаточно интенсивно и их длина превышает 3 см.

Тенденции для среднепоздних сортов не имеют подобной согласованности. Так, для сорта Карабалыкская 90 к наиболее благоприятным режимам обработки отнесены сразу несколько: с экспозицией 5 с зерно влажностью 22, 26 и 30%; с экспозицией 10 с зерно влажностью 18 и 26%. Именно при указанных вариантах длина корней превышает 3 см. Наибольшим положительным влиянием для развития корней у пшеницы сорта Целинная Юбилейная отличились следующие режимы: время обработки 5 с и

влажность семян 18 и 30%; время обработки 10 с и влажность 22%. Семена обоих среднепоздних сортов при экспозиции 10 с и влажности зерна 30% не проросли.

Проведенный корреляционный анализ показал, что на длину корней у прорастающих семян пшеницы большее влияние оказывает электромагнитная обработка (68,75% всех коэффициентов корреляции оказались значимыми, т.е. $r \geq 0,6$), чем влажность зерна (количество значимых коэффициентов только 41,67%). Причем для большинства тесных взаимосвязей отмечается отрицательная зависимость. Зафиксирована и сортовая избирательность в данном вопросе: сорта среднепоздней группы спелости оказываются более подверженными влиянию указанных факторов (ЭМП и влажности), число значимых коэффициентов корреляции у них больше, чем у среднеспелых сортов.

К 7-му дню развития надземные органы прорастающих семян также достигали определенных размеров, не превышающих однако максимально зарегистрированных 2,13 см (Карабалыкская 90) (рис. 2). При этом абсолютный минимум также зафиксирован у этого же сорта и составил всего 0,27 см. Разница, таким образом, достигла значений в 7,89 раза. Разброс минимум-максимум по сортам находится в пределах: для сорта Астана – 0,50-1,64 см (в 3,28 раза); Акмола 2 – 0,80-1,65 (в 2,06 раза); Карабалыкская 90 – 0,27-2,13 (в 7,89 раза); Целинная Юбилейная – 0,57-1,86 см (в 3,26 раза). В среднем по всем вариантам и сортам длина проростка составила 1,09 см с разбросом по сортам: от 1,03 см (Астана) и 1,04 см (Целинная Юбилейная) до 1,14 (Акмола 2) и 1,16 см (Карабалыкская 90). Отношение средней длины проростка к длине корней не зависит от группы спелости и остается примерно равным у всех сортов и колеблется от 0,40 (Астана и Целинная Юбилейная) до 0,43-0,45 (Карабалыкская 90 и Акмола 2) соответственно.

Анализ коэффициентов вариации по признаку «длина проростка» обнаружил закономерности, сходные с тенденциями роста корней – среднеспелые сорта отличаются большей стабильностью (значения коэффициентов вариации не превышают критические 33% и составляют 24,01-29,31%). Изменчивость среднепоздних сортов намного выше: у сорта Целинная Юбилейная данный параметр, в среднем по всем вариантам, составляет 46,06%, а у сорта Карабалыкская 90 – 60,58%. При более детальном рассмотрении оказывается, что на размах варьирования значительное влияние оказывает как сорт, так и определенная влажность зерна пшеницы. Так, у сорта Акмола 2 вариационность по всем вариантам увлажнения не достигает критических значений, в то время как у сорта Астана

низкий и средний уровни влажности (18 и 22%) приводят к увеличению разброса показателя (36,90 и 34,13% соответственно). Для сорта Карабалыкская 90 изменчивость длины проростка понижается лишь при влажности семян 22% и составляет 16,46%; для остальных значений влажности зерна вариация показателя находится на чрезвычайно высоком уровне – в пределах 46,91-99,54%. Для сорта Целинная Юбилейная высокие коэффициенты вариации характерны для двух вариантов влажности – 22 и 30%, уровень их составляет, соответственно, 41,83 и 86,70%. Несомненно, высокий уровень вариации (99,54 и 86,70% для среднепоздних сортов) объясняется наличием нулевых данных, полученных при режиме 10 с и влажности 30%. Видимо, чрезмерное увлажнение семян отразилось в повышенном теплопоглощении, что, в свою очередь, привело к гибели зародыша у всех семян позднеспелых сортов данного варианта.

Как показали результаты эксперимента, степень развития проростка семени пшеницы в значительной степени определяется уровнем предварительного увлажнения зерна. В контрольном варианте наиболее благоприятным для развития проростка параметром оказался уровень влажности 22%. Все сорта, за исключением Целинной Юбилейной, демонстрируют максимальные показатели. Следующим по положительному влиянию на рост coleoptily и листьев является влажность семян 30%. У сорта Целинная Юбилейная этот вариант, как уже указывалось, единственный благоприятный.

Что касается режимов воздействия ЭМП СВЧ, то здесь, как и при рассмотрении характера развития корней, имеются сортовые различия. Так, сорта среднеспелой группы обнаруживают удивительную согласованность в реакции на разный уровень увлажнения и разную экспозицию ЭМП. Как и в контроле, при минимальной экспозиции ЭМП СВЧ лучшими являются варианты с содержанием влаги 22 и 30%. Однако при увеличении времени обработки благоприятными становятся совершенно другие уровни увлажнения – 18 и 26%.

У среднепоздних сортов картина более неоднозначная. Так, для сорта Карабалыкская 90 при экспозиции 5 с благоприятными оказались уровни влажности семян 26 и 30%, причем разница с остальными вариантами составляет 2 раза; при экспозиции 10 с наибольшая длина проростка зафиксирована при минимальном содержании влаги (18%). Для сорта Целинная Юбилейная при наименьшем времени воздействия ЭМП проросток лучше всего развивался при первоначальной влажности семени 18 и 30%; с увеличением времени обработки до 10 с самым благоприятным вариантом стала влажность 22%.

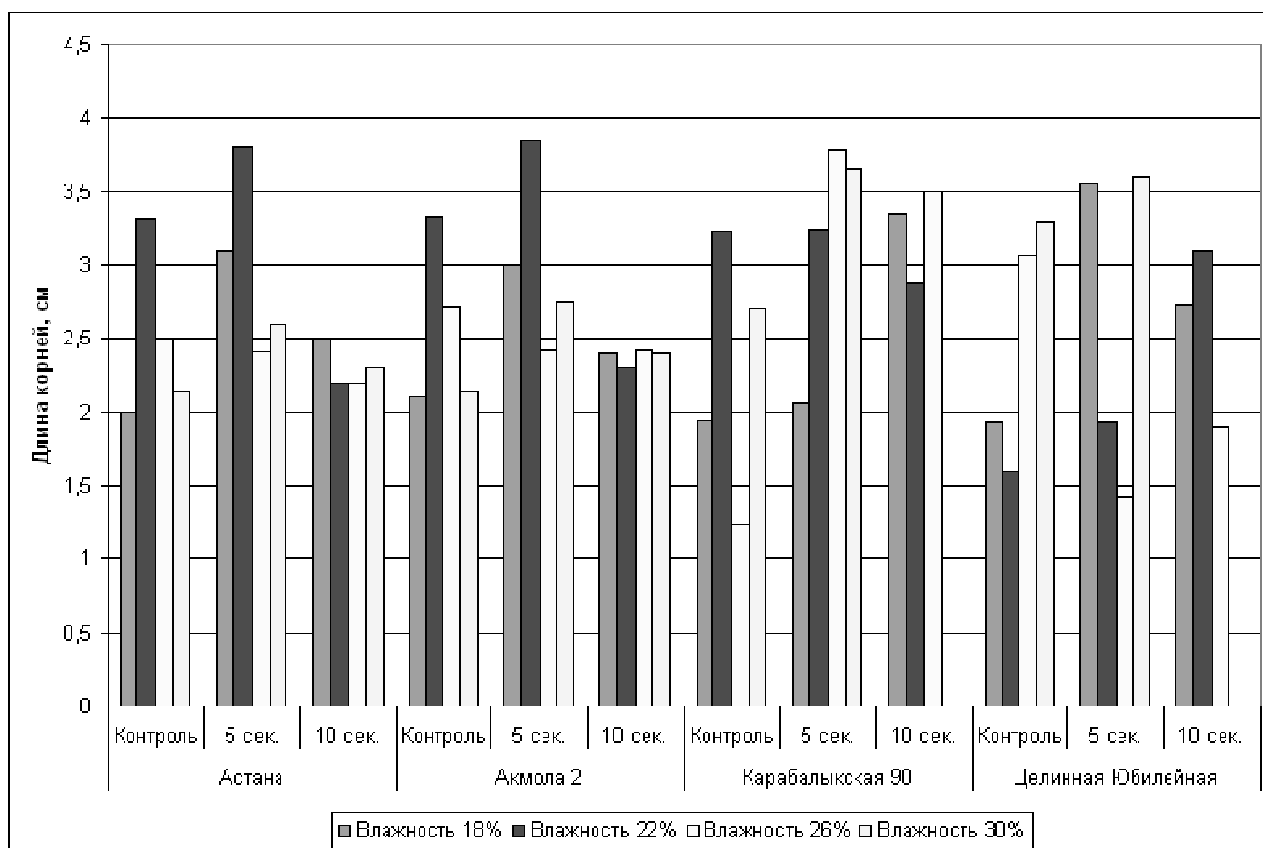


Рис. 1. Изменение длины корней пшеницы под влиянием ЭМП СВЧ, см

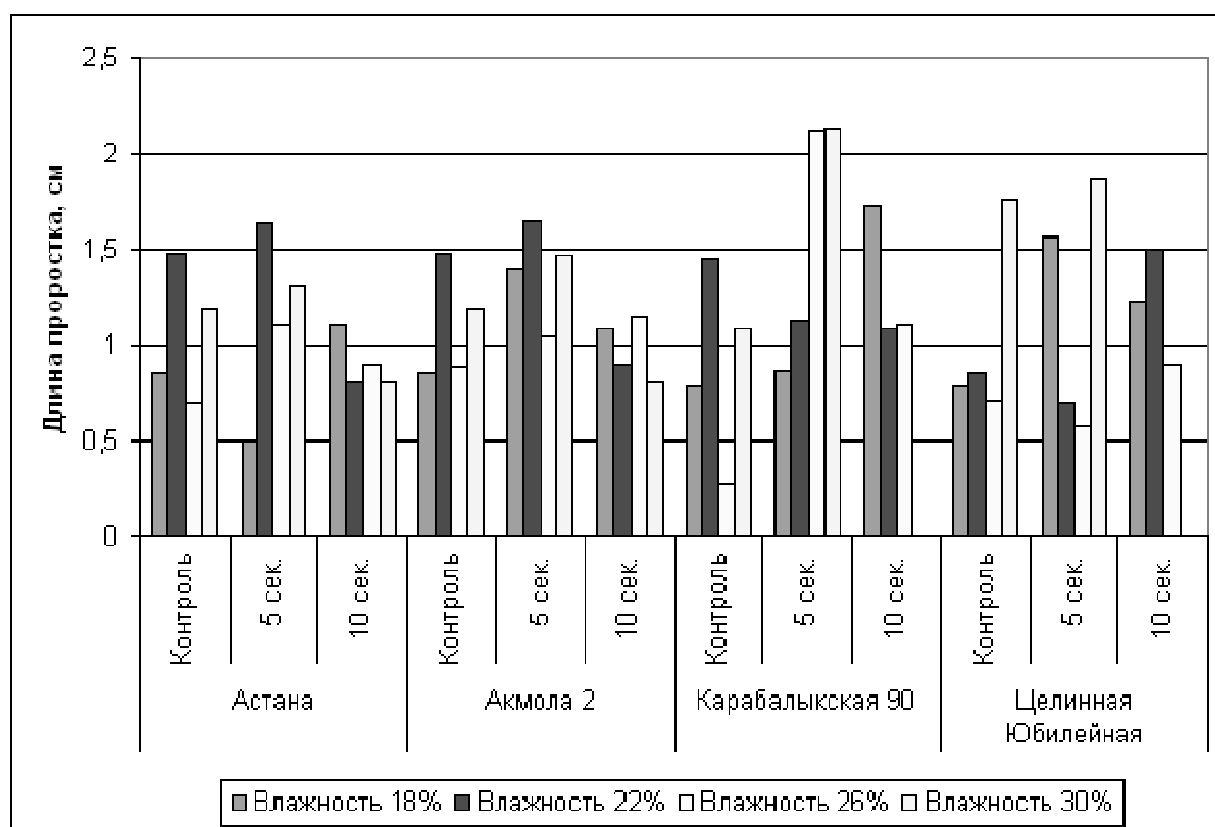


Рис. 2. Изменение длины проростков пшеницы под влиянием ЭМП СВЧ, см

Проведенный корреляционный анализ показал, что около половины всех полученных коэффициентов корреляции значимы. При

этом влияние ЭМП СВЧ оказывается чуть более сильным, чем влияние предварительного увлажнения семян: число значимых коэффи-

циентов, соответственно, 50,00 и 41,67%. Тенденции в значении сорта и группы спелости такие же, как при развитии корней.

Выводы

1. Электромагнитная энергия сверхвысокой частоты является эффективным приемом улучшения биометрических показателей прорастающих семян пшеницы. Однако одновременно необходимо принимать в расчет и уровень влажности обрабатываемых семян. Максимального развития корни и проростки семян пшеницы достигают при воздействии СВЧ-поля в течение 5 с при 22% (сорта Астана, Акмола 2), 26% (Карабалыкская 90), а также 18 и 30% влажности (Целинная Юбилейная).

2. Изученные сорта позднеспелой группы спелости отличаются повышенной реактивностью на действие ЭМП СВЧ. После обработки у них возрастает вариабельность и отмечается более сильная зависимость от ЭМП.

3. Зародыши семян позднеспелых сортов пшеницы оказываются более чувствительными и менее устойчивыми к продолжительности времени воздействия СВЧ при одновременной высокой влажности зерна.

4. Несмотря на сильные колебания изучаемых показателей по отдельным вариантам и сортам, отношение длины проростка к длине корней остается на одном и том же уровне 0,4-0,45 и, по-видимому, является видовым признаком.

Библиографический список

1. Касынкина О.М., Богун В.П. Предпосевная обработка семян озимой тритикале электромагнитным полем СВЧ // *Зерновое хозяйство*. – 2007. – № 5. – С. 32-34.

2. Цугленок Г.И., Юсупова Г.Г., Головина Т.А. Термическое воздействие СВЧ-поля на продовольственное зерно пшеницы // *Краснояр. гос. аграр. ун-т.* – Красноярск, 2005. – 125 с.

3. Цугленок Н.В., Юсупова Г.Г., Головина Т.А. Целесообразность применения СВЧ-обработки продовольственного зерна пшеницы // *Проблемы развития энергетики в условиях производственных преобразований*. – Ижевск, 2003. – Т. 1. – С. 211-213.

4. Кондратьев И.А. Повышение качества зерна обработкой в СВЧ-поле // *Зерновое хозяйство*. – 2003. – № 3. – С. 26-27.

5. Дегтев И.В. Электромагнитное излучение и биологически активные вещества как факторы повышения болезнеустойчивости и урожайности озимой пшеницы // *Актуальные проблемы биологии, медицины и экологии: сб. науч. работ Сибирского государственного*

медицинского университета. – Томск, 2004. – № 1. – Т. 4. – С. 71.

6. Левин В.А., Фирсов В.Ф., Дегтев И.В. Беспестицидный способ повышения болезнеустойчивости и урожайности озимой пшеницы // *Фитосанитарное оздоровление экосистем: матер. Второго Всерос. съезда по защите растений*. – СПб, 2005. – Т. 2. – С. 306-308.

7. Ерохин А.И. Применение электромагнитных полей для предпосевной обработки семян // *Земледелие*. – 2012. – № 5. – С. 46-48.

8. Евсеева Р.П. Шкала стадий развития зерновых (колосовых) культур // *Суперагро*. – 1992. – № 1. – С. 2-8.

9. Куперман Ф.М. Морфологическая физиология растений. – М.: Высшая школа, 1977. – 288 с.

References

1. Kasynkina O.M., Bogun V.P. Predposevnyaya obrabotka semyan ozimoi tritikale elektromagnitnym polem SVCh // *Zernovoe khozyaistvo*. – 2007. – № 5. – S. 32-34.

2. Tsuglenok G.I., Yusupova G.G., Golovina T.A. Termicheskoe vozdeistvie SVCh-polya na prodovol'stvennoe zerno pshenitsy // *Krasnoyar. gos. agrar. un-t.* – Krasnoyarsk, 2005. – 125 s.

3. Tsuglenok N.V., Yusupova G.G., Golovina T.A. Tselesoobraznost' primeneniya SVCh-obrabotki prodovol'stvennogo zerna pshenitsy // *Problemy razvitiya energetiki v usloviyakh proizvodstvennykh preobrazovaniy*. – Izhevsk, 2003. – Т. 1. – S. 211-213.

4. Kondrat'ev I.A. Povyshenie kachestva zerna obrabotkoi v SVCh-pole // *Zernovoe khozyaistvo*. – 2003. – №3. – S. 26-27.

5. Degtev I.V. Elektromagnitnoe izluchenie i biologicheski aktivnye veshchestva kak faktory povysheniya boleznoustoichivosti i urozhainosti ozimoi pshenitsy // *Aktual'nye problemy biologii, meditsiny i ekologii: Sb. nauch. rabot Sibirskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. – Tomsk, 2004. – Т.4. – № 1. – S. 71.

6. Levin V.A., Firsov V.F., Degtev I.V. Bespestitsidnyi sposob povysheniya boleznoustoichivosti i urozhainosti ozimoi pshenitsy // *Fitosanitarное ozdorovlenie ekosistem: mater. Vtorogo Vseross. s'ezda po zashchite rasteniy*. – Sankt-Peterburg, 2005. – Т. 2. – S. 306-308.

7. Erokhin A.I. Primenenie elektromagnitnykh polei dlya predposevnoi obrabotki semyan // *Zemledelie*. – 2012. – № 5. – S. 46-48.

8. Evseeva R.P. Shkala stadii razvitiya zernovykh (kolosovykh) kul'tur // *Superagro*. – 1992. – № 1. – S. 2-8.

9. Kuperman F.M. Morfologiya i fiziologiya rasteniy. – М.: Vysshaya shkola, 1977. – 288 s.