

плато Алтайского края: автореф. канд. дис. – Барнаул, 2000. – 18 с.

5. Спицына С.Ф., Ткаченко Т.Н. Соотношение микроэлементов в растительности Приобского плато // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2002. – № 3. – С. 153-154.

6. Протопопова Л.Г. Поведение кобальта в системе почва-растения и эффективность кобальтовых удобрений в условиях Алтайских равнин и предгорий: автореф. канд. дис. – Барнаул, 2002. – 18 с.

7. Спицына С.Ф., Томаровский А.А., Оствальд Г.В. Проявление синергизма и антагонизма между ионами меди, цинка и марганца при поступлении их в растения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10. – С. 29-32.

8. Bowen H.I.M. The use of reference materials in the elemental analysis of biological samples // Atomic Energy Review. – 1975. – V. 13. – P. 451-458.

#### References

1. Rinkis G.Ya. Nollendorf V.F. Sbalansirovanoe pitanie rastenii makro- i mikroelementami. – Riga, 1982. – 202 s.

2. Kovalevskii A.L. O fiziologicheskikh bar'erakh pogloshcheniya khimicheskikh elementov rasteniyami // Mikroelementy v biosfere i primeneniye ikh v sel'skom

khozyaistve i meditsine Sibiri i Dal'nego Vostoka. – Ulan-Ude, 1971. – S. 134-144.

3. Il'in V.B. Biogeokhimiya i agrokhimiya mikroelementov v yuzhnoi chasti Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: Nauka. – 1973. – 389 s.

4. Tkachenko T.N. Povedenie i vzaimodeistvie mikroelementov v sisteme: pochva-rasteniye na territorii Priobskogo plato Altaiskogo kraya: avtoref. kand. dis. – Barnaul, 2000. – 18 s.

5. Spitsyna S.F., Tkachenko T.N. Sootnosheniye mikroelementov v rastitel'nosti Priobskogo plato // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2002. – № 3. – S. 153-154.

6. Protopopova L.G. Povedeniye kobal'ta v sisteme pochva-rasteniya i effektivnost' kobal'tovykh udobreniy v usloviyakh Altaiskikh ravnin i predgorii: avtoref. kand. dis. – Barnaul. – 2002. – 18 s.

7. Spitsyna S.F., Tomarovskii A.A., Ostval'd G.V. Proyavleniye sinergizma i antagonizma mezhdru ionami medi, tsinka i margantsa pri postuplenii ikh v rastenii // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10. – S. 29-32.

8. Bowen H.I.M. The use of reference materials in the elemental analysis of biological samples // Atomic Energy Review. – 1975. – V. 13. – P. 451-458.



УДК 631.53.027

О.М. Соболева, Е.П. Кондратенко  
O.M. Soboleva, Ye.P. Kondratenko

### КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НИЗКОЙ ВСХОЖЕСТИ

#### COMBINED METHOD OF PRE-SOWING TREATMENT OF SEEDS WITH LOW GERMINATION

**Ключевые слова:** семена, предпосевная обработка, воздушно-тепловой обогрев, электромагнитная обработка, СВЧ, яровая мягкая пшеница, всхожесть, биометрические показатели, проросток.

Предпосевная обработка семян имеет важное значение в агропромышленном производстве. Однако известные методы не всегда приводят к ожидаемым результатам. Поэтому поиск новых методов предпосевного воздействия продолжается. Поставлена цель – изучить комбинацию методов предпосевной обработки семян пшеницы – сочетание воздушно-теплого и электромагнитного воздействия. Для решения цели поставлен лабораторный опыт с яровой мягкой пшеницей. Выбран среднеранний сорт Ирень. Предпосевная

обработка зерна заключалась в одновременном воздействии тепла и электромагнитного поля. Исследуемые варианты: температура воздуха для обогрева 30°C, параметры микроволновой обработки – 2,45 МГц, 140 Вт, продолжительность от 10 до 30 с. Эксперимент показал, что исследуемое сочетание методов по-разному влияет на посевные качества зерна пшеницы. Некоторые выбранные режимы приводят к повышению всхожести, однако негативно сказываются на развитии проростка. Наиболее благоприятный режим обработки № 3 (воздушно-тепловая обработка в течение 30 мин. + воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты в течение 10 с). Именно этот вариант приводит к увеличению всхожести и минимально угнетает развитие побега прорастающего семени. Показатель «число

корней» относится к среднеизменчивым параметрам, показатели «всхожесть» и «длина побега» обладают высоким уровнем вариабельности. При этом все изученные признаки изменяются согласованно.

**Keywords:** seeds, pre-sowing treatment, air-thermal heating, electromagnetic processing, microwave, spring soft wheat, germination, biometric indices, sprout.

Pre-sowing seed treatment is an important technique in agriculture. However, the known methods do not always lead to the expected results. The research goal is to study a combination of pre-sowing treatment techniques of wheat seeds – a combination of air-thermal and electromagnetic action. A middle-early spring soft wheat variety Iren

was studied in a laboratory experiment. The pre-sowing seed treatment included simultaneous action of heat and electromagnetic fields. The studied variants were as following: air temperature for heating 30°C, microwave treatment at 2.45 MHz, 140 W, and the duration from 10 to 30 seconds. It was found that the combination of the techniques had different effects on sowing quality of wheat seeds. Some selected regimes increased germination however had a negative impact on sprout development. The most favorable one was regime 3 (air heating for 30 minutes + microwave impact for 10 seconds). This variant increases germination and minimally inhibits sprout development. The indicator "number of roots" belongs to the medium variable parameters, and the indicators "germination" and "sprout length" are highly variable. All studied characters change in coordination.

**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.

**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.

### Введение

В решении актуальной проблемы увеличения производства зерна, наряду с обычными агротехническими приемами, существенное значение в улучшении посевных качеств семян имеет электротехнология. Как правило, это самые малозатратные и экологически чистые приемы повышения урожайности [1]. Сейчас известно много способов предпосевной обработки семян, улучшающих посевные характеристики семян: воздушно-тепловой обогрев, облучение инфракрасными и гамма-лучами, обработка лазером и ультразвуком, высокочастотный нагрев, применение электрических, магнитных и электромагнитных полей и др. [2, 3]. Почти все они имеют отношение к электротехнологии. Поиск путей улучшения качеств семян электрофизическими способами оправдан, поскольку предпосевная обработка с их использованием во многих случаях не требует больших затрат, доступна для осуществления и эффективна [4].

Одним из новейших физических электротехнологических методов, применяемых в растениеводстве, является метод обработки в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ). Это метод, в котором сочетается одномоментное воздействие двух энергий, – электромагнитной и тепловой. Электротермический метод СВЧ-воздействия обладает следующими преимуществами по сравнению с обычным нагревом:

1) термическая безынерционность; 2) высокий коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую; 3) возможность избирательного, равномерного, быстрого нагрева; 4) экологическая чистота нагрева; 5) фунгицидное и бактерицидное действие. Эти особенности позволяют отнести метод к новому виду энергосберегающей электротехнологии. Использование метода СВЧ в растениеводстве подтвердило его результативность [5]. Другими исследователями доказана эффективность использования тепловой обработки для улучшения посевных качеств семян и повышения урожайности [6, 7]. Однако сведений об одновременном использовании СВЧ и воздушно-тепловой обработки найти не удалось.

**Цель** – изучить комбинацию методов предпосевной обработки семян пшеницы – сочетание воздушно-теплого и электромагнитного воздействия.

**Задачи:** изучить характер совместного воздействия ЭМП СВЧ одинаковой частоты и мощности, но разной продолжительности (экспозиции) и тепловой энергии на следующие показатели семян пшеницы – всхожесть, длину проростка и число корней;

- провести корреляционный и вариационный анализ полученных данных.

Объектом исследований служил районированный по Кемеровской области сорт яровой мягкой пшеницы Ирень.

**Описание сорта Ирень.** Разновидность мильтурум. Сорт среднеранний – вегетационный период 65-70 дней. Практически отсутствуют осыпаемость, ломкость колоса, отмечена высокая устойчивость к прорастанию на корню и к майско-июньской засухе, слабая восприимчивость к пыльной и твердой головне, бурой ржавчине, корневым гнилям. Ирень слабо поражается семенной инфекцией. Высокопродуктивный, урожайность на среднем уровне минерального питания 3,89-4,00 т/га, на высоком – 5,39-6,51 т/га. Основное назначение сорта – хлебопекарное; включен в список ценных сортов. Масса 1000 зерен 32-42,4 г, содержание сырой клейковины 30-33%. По площадям возделывания занимает первое место в Кемеровской области [8].

#### Методы исследований

Для проведения тепловой предпосевной обработки семян применялся термостат ТС-1/80 СПУ (Россия); используемая температура 30°C. Воздействие ЭМП СВЧ проводилось на установке LG MS-1948V (Ю. Корея); используемая частота – 2,45 ГГц, мощность – 140 Вт.

Было исследовано пять вариантов предпосевной обработки:

- 1) контроль – без обработки;
- 2) тепловая обработка в течение 30 мин.;
- 3) тепловая обработка в течение 30 мин. + воздействие ЭМП СВЧ в течение 10 с;
- 4) тепловая обработка в течение 30 мин. + воздействие ЭМП СВЧ в течение 20 с;
- 5) тепловая обработка в течение 30 мин. + воздействие ЭМП СВЧ в течение 30 с.

После обработки семена закладывались на проращивание в чашки Петри со стерильной фильтровальной бумагой и дистиллированной водой. Измерения длины проростка, числа корней и всхожести (последней – по ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести» [9]) проводили на 7-й день. Повторность каждого варианта четырехкратная. Полученные результаты статистически обработаны с помощью программы Microsoft® Excel 2003.

#### Результаты исследований

Полученные данные свидетельствуют о том, что применяемые комбинированные методы имеют различное, иногда прямо противоположное влияние на разные параметры прорастающего семени (рис. 1, 2).

Зерно, взятое для исследования, изначально характеризовалось достаточно низким уровнем всхожести – у необработан-

ного варианта она составила всего 68%. Таким образом, данное зерно не соответствует требованиям ГОСТ Р 52325-2005 [10], предъявляемым даже к репродукционным семенам, предназначенным для производства товарной продукции, не говоря про более высокие категории – элитные или репродукционные. Проведенный эксперимент показал, что ни один из вариантов предпосевной обработки семян не способен довести всхожесть используемого зерна до требований стандарта (87%). Однако улучшить первоначальные показатели все же удалось на варианте 3 и 4 (рис. 1).

Использование только теплового воздействия приводит к ухудшению всхожести семян по сравнению с контрольным вариантом на 11,8%, что объясняется угнетением и даже гибелью зародыша под влиянием выбранной температуры. Еще более значительным снижением способности к прорастанию зерна характеризуется последний опытный вариант с экспозицией ЭМП СВЧ 30 с – разница с контролем составила 1,6 раза. Однако одновременное использование воздушно-тепловой обработки и электромагнитной энергии с экспозицией 10 и 20 с благоприятно сказывается на всхожести – она возрастает по сравнению с контролем, соответственно, на 5,9 и 11,8%.

Проведенный корреляционный анализ между изучаемыми признаками выявил отрицательную взаимосвязь средней силы между всхожестью и временем обработки – коэффициент корреляции составил -0,62. Уровень изменчивости данного признака сильный и составляет 21,1%.

Тенденции воздействия комбинированной предпосевной обработки на биометрические показатели прорастающих семян пшеницы несколько иные (рис. 2). Показано, что ни один вариант теплового и СВЧ-влияния не является благоприятным для развития вегетативных органов – максимум отмечен на контроле и составляет по длине проростка 9,67 см и числу корней – 5,44 шт. Последний показатель, как наименее изменчивый из всех изученных (коэффициент вариации колеблется по вариантам от 10,1 до 17,3%, т.е. уровень варьирования средний), остается довольно стабильным и составляет 5,13-5,44 шт. (в среднем 5,29). Максимальное снижение количества корней по сравнению с контролем зафиксировано в варианте № 5 – 5,7%.

Минимально зарегистрированное число зародышевых корней – 3 (варианты

№ 1-3), либо 4 (варианты № 4-5), максимально обнаруженное – от 6 (вариант № 5) до 7 (все остальные). Коррелятивная взаимосвязь между исследуемыми вариантами предпосевной обработки и числом зародышевых корней средней силы отрицательная – коэффициент корреляции составил  $-0,68$ .

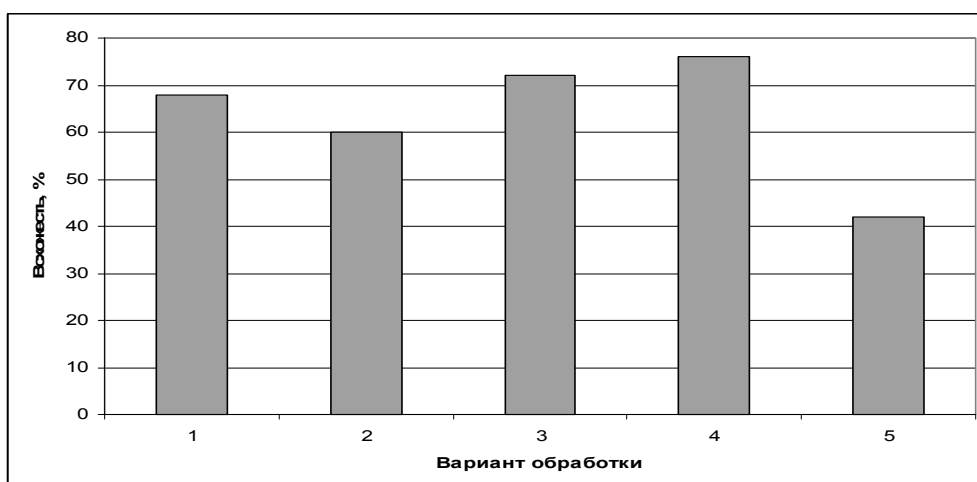
Показано, что используемые методы предпосевной обработки зерна пшеницы неблагоприятно влияют на развитие фотосинтезирующих органов у прорастающего семени (рис. 2) – максимум достигнут у контрольных растений и составляет в среднем,  $9,7$  см с варьированием от  $1,4$  до  $14,7$  см у отдельных зерен. Уменьшение средних показателей длины у зерна всех опытных вариантов по сравнению с контролем произошло на  $15,0$ ;  $1,9$ ;  $10,8$  и  $17,6\%$  соответственно.

Размер проростка варьирует под влиянием используемых комбинированных ме-

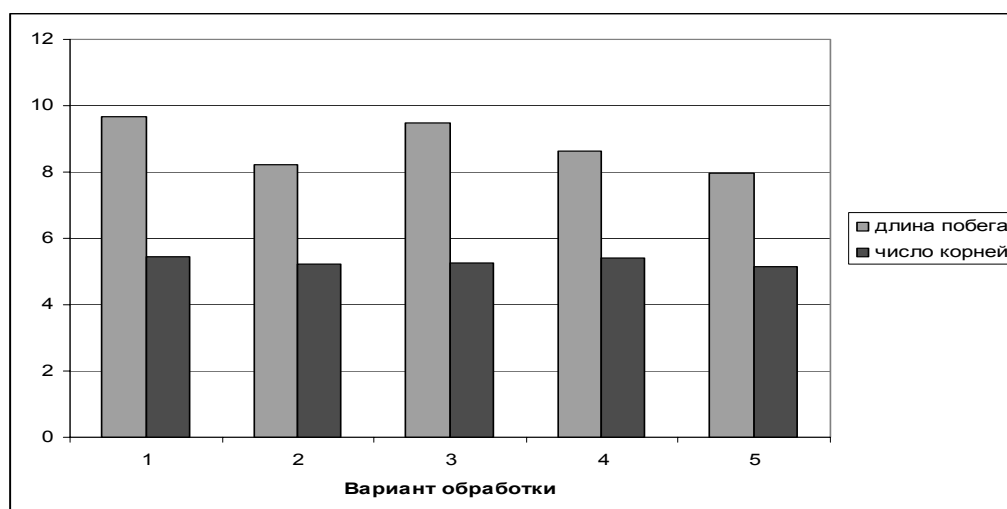
тодов в более широких пределах, чем число корней: коэффициенты вариации колеблются от  $35,2-35,9\%$  (варианты № 3 и контроль) до  $53,5\%$  (вариант № 5).

Влияние конкретного метода на длину проростка развивающегося семени велико, при этом коэффициент корреляции составляет  $-0,97$ .

Исучаемые признаки сопряженно изменяются под действием используемых методов предпосевной обработки – об этом свидетельствует проведенный попарный корреляционный анализ: коэффициенты корреляции для пары признаков «длина побега и всхожесть» составляет  $+0,67$ ; для пары «длина побега и число корней» –  $+0,64$ ; для пары «число корней и всхожесть» –  $+0,79$ . Как видим, все указанные взаимосвязи характеризуются положительной направленностью и средней силой.



**Рис. 1.** Влияние разных методов предпосевной обработки семян пшеницы на всхожесть семян, %



**Рис. 2.** Влияние разных методов предпосевной обработки семян пшеницы на длину проростка (см) и число корней (шт.)

### Выводы

Таким образом, исследуемое сочетание электромагнитного поля и воздушно-теплового обогрева по-разному влияет на посевные качества семян яровой мягкой пшеницы. Наиболее благоприятным можно считать комбинированный режим обработки № 3 (воздушно-тепловая обработка в течение 30 мин. + воздействие ЭМП СВЧ в течение 10 с), т.к. именно он приводит к увеличению всхожести и вместе с тем минимально угнетает развитие побега прорастающего семени.

Признак «число корней» относится к среднеизменчивым параметрам, показатели «всхожесть» и «длина побега» обладают высоким уровнем вариабельности. При этом все изученные признаки изменяются согласованно.

### Библиографический список

1. Васильев А.Н. Энергосберегающие электротехнологии сушки и предпосевной обработки зерна активным вентилированием: автореф. дис. ... докт. техн. наук. – М., 2009. – 42 с.

2. Магеровский В.В., Барышев М.Б., Ирха А.П. и др. О влиянии электромагнитных полей на всхожесть семян сельскохозяйственных культур // Сб. науч. тр. Кубанского ГАУ. – 1997. – № 360. – С. 27-28.

3. Федорищенко М.Г., Жолобова М.В. Предпосевная электромагнитная обработка семян как один из наиболее безопасных и перспективных приемов рационального природопользования // Проблемы геологии, планетологии, геоэкологии и рационального природопользования: сб. тез. и ст. Всерос. конф. – Новочеркасск: ЛИК, 2011. – С. 135-137.

4. Кремьянский В.Ф. Разработка установки для предпосевной стимуляции семян переменным электрическим полем и исследование эффективности воздействия на семена кукурузы: автореф. дис. канд. техн. наук. – Краснодар, 1999. – 23 с.

5. Кондратенко Е.П., Соболева О.М., Егорова И.В., Вербицкая Н.В. Моделирование признаков посевных качеств семян пшеницы под влиянием электромагнитной обработки // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 2. – С. 157-162.

6. Душева М.В., Савельев В.А. Влияние физических факторов на полевую всхожесть и урожайность яровой пшеницы // Вклад молодых ученых – аспирантов в решение актуальных проблем АПК Урала: матер. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Уральская ГСХА, 2005. – Т. 1. – С. 228-233.

7. Ирха А.П., Шеховцова Е.П., Пустовалова Г.Ю. Использование термической и

магнитной обработки для обеззараживания и улучшения посевных качеств семян // Сб. науч. тр. Кубанского ГАУ. – 1996. – № 331. – С. 136-141.

8. Лапшинов Н.А., Пакуль В.Н., Старовойтов А.В. и др. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ // Сибирское отделение Россельхозакадемии, ГНУ «Кемеровский НИИСХ». – Кемерово, 2013. – 68 с.

9. ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». – М.: Стандартинформ, 2011. – 28 с.

10. ГОСТ Р 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия». – М.: Стандартинформ, 2005. – 20 с.

### References

1. Vasil'ev A.N. Energoberegayushchie elektrotehnologii sushki i predposevnoi obrabotki zerna aktivnym ventilirovaniem: avtoref. dis. ... dokt. tekhn. nauk. – M., 2009. – 42 s.

2. O vliyaniy elektromagnitnykh polei na vskhozhest' semyan sel'skokhozyaistvennykh kul'tur / V.V. Magerovskii, M.B. Baryshev, A.P. Irkha [i dr.] // Sb. nauch. tr. Kubanskogo GAU. – 1997. – № 360. – S. 27-28.

3. Fedorishchenko M.G., Zholobova M.V. Predposevnaya elektromagnitnaya obrabotka semyan kak odin iz naibolee bezopasnykh i perspektivnykh priemov ratsional'nogo prirodopol'zovaniya // Problemy geologii, planetologii, geoekologii i ratsional'nogo prirodopol'zovaniya: sb. tezisov i statei Vseros. konf. – Novocherkassk: LIK, 2011. – S. 135-137.

4. Kremyanskii V.F. Razrabotka ustanovki dlya predposevnoi stimulyatsii semyan peremennym elektricheskim polem i issledovanie effektivnosti vozdeistviya na semena kukuruzy: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. – Krasnodar, 1999. – 23 s.

5. Modelirovanie priznakov posevnykh kachestv semyan pshenitsy pod vliyaniem elektromagnitnoi obrabotki / E.P. Kondratenko, O.M. Soboleva, I.V. Egorova, N.V. Verbitskaya // Vestnik KrasGAU. – 2014. – № 2. – S. 157-162.

6. Dusheva M.V., Savell'ev V.A. Vliyaniye fizicheskikh faktorov na polevuyu vskhozhest' i urozhainost' yarovoi pshenitsy // Vklad molodykh uchenykh – aspirantov v reshenie aktual'nykh problem APK Urala: mater. nauch.-prakt. konf. – T. 1. – Ekaterinburg: Ural'skaya GSKhA, 2005. – S. 228-233.

7. Irkha A.P., Shekhovtsova E.P., Pustovalova G.Yu. Ispol'zovanie termicheskoi i



magnitnoi obrabotki dlya obezzarazhivaniya i uluchsheniya posevnykh kachestv semyan // Sb. nauch. tr. Kubanskogo GAU. – 1996. – № 331. – S. 136-141.

8. Rekomendatsii po provedeniyu vesenne-polevykh rabot / N.A. Lapshinov, V.N. Pakul', A.V. Starovoitov [i dr.] // Sibirskoe otdelenie Rossel'khozakademii, GNU Kemerovskii NIISKh. – Kemerovo, 2013. – 68 s.

9. GOST 12038-84 «Semena sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti». – M.: Standartinform, 2011. – 28 s.

10. GOST R 52325-2005 «Semena sel'skokhozyaistvennykh rastenii. Sortovye i posevnye kachestva. Obshchie tekhnicheskie usloviya». – M.: Standartinform, 2005. – 20 s.



УДК 635.11:58.056:631.4:631.559:(571.15) С.В. Макарычев, Н.И. Зайкова, И.В. Гефке  
S.V. Makarychev, N.I. Zaykova, I.V. Gefke

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ПОЧВЕННО-ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
НА УРОЖАЙНОСТЬ СТОЛОВОЙ СВЁКЛЫ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ**

**THE EFFECTS OF CLIMATIC AND SOIL-PHYSICAL FACTORS ON TABLE BEET YIELDS I  
N THE ALTAI PRIOBYE (THE OB RIVER AREA)**

**Ключевые слова:** плотность, влажность, температура, осадки, гидротермический коэффициент, поливная норма, урожайность.

Рассмотрено влияние климатических и почвенно-физических факторов на урожайность столовой свёклы. Для выявления зависимости воздействия различных факторов на урожайность свёклы был использован информационно-логический анализ, который не требует линейности, метричности и позволяет анализировать процессы и явления, наблюдаемые в природной обстановке. Были изучены плотность, влажность и температура почвы, количество осадков за вегетацию, гидротермический коэффициент и поливные нормы по вариантам опыта в сопряжении с урожайностью столовой свёклы. Получены модели урожайности, которые показывают, что в различные по климатическим условиям годы максимальное влияние на формирование урожая столовой свёклы имели влажность и плотность почвы. На орошаемых участках меньшее воздействие оказала поливная норма. Гидротермический коэффициент по всем вариантам не являлся решающим фактором. Минимальное влияние оказала температура почвы в слое 0-60 см, которая в течение вегетации была оптимальной для корнеплодов.

**Keywords:** density, moisture content, temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, irrigation rate, yielding capacity.

The effect of climatic and soil-physical factors on table beet yield is discussed. To reveal the effect of different factors on table beet yields, information and logical analysis was used; it does not require linearity, metricity and enables analyzing the processes and phenomena observed in the natural environment. The following was studied: soil density, soil moisture content and soil temperature, the amount of precipitation over the growing season, hydrothermal coefficient and irrigation rates in the trial variants associated with table beet yields. We have obtained the models of yielding which show that during climatically different years the maximum effect on table beet yield formation was produced by soil moisture and soil density. Irrigation rate produced less effect on irrigated plots. The hydrothermal coefficient was not the deciding factor in all variants. The minimum effect was produced by soil temperature in the layer of 0-60 cm; that temperature was optimal for the root crop throughout the growing season.

**Макарычев Сергей Владимирович**, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-57. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Зайкова Наталья Ивановна**, ст. преп., Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-51. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Гефке Ирина Валентиновна**, к.с.-х.н., доцент, каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-83-53. E-mail: ivgefke@mail.ru.

**Makarychev Sergey Vladimirovich**, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-57. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Zaykova Natalya Ivanovna**, Asst. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-51. E-mail: phys\_asau@rambler.ru.

**Gefke Irina Valentinovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: ivgefke@mail.ru.