

Летом 2012 г. под ягодными культурами складывался неблагоприятный водный режим, при котором коэффициент влагопроводности в первой половине вегетации в пахотном слое не превышал 1,0 см/сут., в результате чего капиллярный водоток полностью отсутствовал, и влага находилась преимущественно в виде пленок.

Начало вегетации 2013 г. было благоприятным, при этом в горизонтах Ап, АВ и В значения влагопроводности достигали 10 см/сут. на всех вариантах, кроме пара. Но к середине июля растения испытывали дефицит почвенной влаги. Аналогичные изменения коэффициента влагопроводности наблюдались и в 2014 г.

Характерным для различных вариантов было снижение влагопроводности при переходе от гумусово-аккумулятивного слоя к почвообразующей породе.

Оптимальное увлажнение чернозема под ягодными культурами для горизонтов Ап и АВ соответствует влагопроводности 1,6 см/сут., для иллювиального (В) – 0,9, а для горизонта Ск – 0,3 см/сут.

Библиографический список

1. Воронин А.Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 204 с.
2. Турусов В.И., Гармашов В.М., Сальников М.И., Нужная Н.А., Гаврилов С.А. Новые подходы к оценке биоклиматического потенциала при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 12-15.
3. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т. 2. – 287 с.
4. Судницын И.И. Движение почвенной влаги и водопотребление растений. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 255 с.
5. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 304 с.

6. Шейн Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

7. Болотов А.Г. Расчет энергии водоудерживающей способности почвы через почвенно-гидрологические константы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 11. – С. 34-36.

8. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Маауи Мизури Бен-Али. Определение основной гидрофизической характеристики почв методом центрифугирования // Почвоведение. – 1998. – № 11. – С. 1362-1370.

References

1. Voronin A.D. Strukturno-funktsional'naya gidrofizika pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1984. – 204 s.
2. Turusov V.I., Garmashov V.M., Sal'nikov M.I., Nuzhnaya N.A., Gavrilov S.A. Novye podkhody k otsenke bioklimaticheskogo potentsiala pri proektirovanii adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 12. – S. 12-15.
3. Rode A.A. Osnovy ucheniya o pochvennoi vlage. T. 2. – L.: Gidrometeoizdat, 1969. – 287 s.
4. Sudnitsyn I.I. Dvizhenie pochvennoi vlagi i vodopotreblenie rastenii. – M.: Izd-vo MGU, 1979. – 255 s.
5. Zaidel'man F.R. Melioratsiya pochv. – M.: Izd-vo MGU, 2004. – 304 s.
6. Shein E. V. Kurs fiziki pochv. – M., 2005. – Izd-vo MGU. – 432 s.
7. Bolotov A.G. Raschet energii vodoudержivayushchei sposobnosti pochvy cherez pochvenno-gidrologicheskie konstanty // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 11. – S. 34-36.
8. Smagin A.V., Sadovnikova N.B., Mizuri Maauia Ben-Ali. Opredelenie osnovnoi gidrofizicheskoi kharakteristiki pochv metodom tsentrifugirovaniya // Pochvovedenie. – 1998. – № 11. – S. 1362-1370.



УДК 631.445.4(571.15)

И.В. Гефке, С.В. Макарычев
I.V. Gefke, S.V. Makarychev

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ТЕПЛОЕМКОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА И УРОЖАЙНОСТЬ ЛУКА РЕПЧАТОГО

THE EFFECT OF IRRIGATION ON CHERNOZEM HEAT CAPACITY AND BULB ONION YIELD

Ключевые слова: лук репчатый, орошение, влагозапасы, объемная теплоемкость, факторы урожайности.

Keywords: bulb onion, irrigation, moisture reserves, volumetric heat capacity, yield factors.

Решалась задача изучения влияния орошения дождеванием на объемную теплоемкость чернозема выщелоченного и урожайность лука репчатого от различных почвенно-физических факторов. Было определено, что орошение значительно увеличивает как общие, так и доступные растениям запасы влаги в почве. В результате повышается объемная теплоемкость генетических горизонтов чернозема и возрастают запасы тепла в почвенном профиле. В свою очередь тепло- и влагосодержание в почвенном профиле оказывает большое влияние на урожайность луковых культур. Использование информационно-логического анализа позволило определить долю различных факторов в формировании урожая. Оказалось, что максимальное воздействие оказывают гидротермический коэффициент и сумма суточных температур в слое 0-20 см. Влагосодержание в этом слое и объемная теплоемкость проявляются слабее.

This study deals with the effect of sprinkling irrigation on the volumetric heat capacity of leached chernozem and the dependence of bulb onion yields on different soil-physical factors. It was determined that irrigation significantly increases both total and plant-available soil moisture reserves. As a result, the volumetric heat capacity of chernozem genetic horizons and heat reserves in a soil profile increase. In turn, the heat and moisture content in the soil profile produces a great effect on the yield of onion crops. The information-logical analysis enabled the determination of the contribution of different factors to yield formation. It was found that the maximum effect was produced by hydrothermal coefficient and the cumulative daily temperatures in the layer of 0-20 cm. The moisture content and volumetric heat capacity were revealed weaker in this layer.

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

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.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Введение

Известно, что овощные культуры весьма требовательны к влаге и хорошо реагируют на орошение [1]. Для образования 1 г сухого вещества им нужно до 900 г воды. Максимальные требования к наличию влаги в почве лук репчатый предъявляет в период посева семян или высадки рассады и севка, а также в период начала формирования луковицы.

Алтайское Приобье характеризуется недостаточным количеством осадков именно в это время, т.е. в июне. Поэтому в почве зачастую складывается напряженный водный режим, и полив лука становится необходим. Наиболее распространенный на луке полив по бороздам или дождеванием. Оросительная и поливная нормы могут быть разнообразными в зависимости от свойств почвы, применяемой агротехники и метеорологических условий года [2, 3]. На легких почвах, в связи с их невысокой влагоемкостью, поливы можно производить чаще и меньшими нормами, а на суглинистых – реже увеличенными дозами. Полив лучше проводить в прохладные дни, лучше во второй половине дня или ночью.

Целью работы было изучение влияния орошения дождеванием на величину теплоаккумуляции чернозема выщелоченного и урожайность репчатого лука. При этом решалась **задача** определения объемной теплоемкости импульсным методом и выявление факторов влияния на урожайность лука.

Результаты исследований

Объектами исследований явились чернозем выщелоченный и лук репчатый. **Метод** определения теплоемкости представлен в работе С.В. Макарычева [4]. Температура измерялась почвенным термометром, влажность почвы – весовым способом. При дождевании минеральные удобрения вносились перед поливом. Как правило, наибольший урожай лука репчатого имел место при влажности почвы, близкой к 75-80% от наименьшей влагоемкости. Листья лука обладают малой испаряющей способностью, но вследствие неглубокого проникновения корней и их слабой сосущей силы лук требует достаточного увлажнения [5]. В то же время полив в поздние фазы созревания луковицы способствует отрастанию корней и может начаться вторичное отрастание листьев.

Следует отметить, что организация орошения на территории ЗСОС имеет определенные недостатки: не рассчитываются оросительная и поливная норма, поэтому полив оказывается неравномерным, обусловленным субъективным фактором (оператором). Кроме того, техника изношена и часто выходит из строя. В результате нам не удалось разработать научно обоснованный режим орошения. А наблюдения за процессами увлажнения почвенного профиля под луком и изменения влаго- и теплоаккумуляции в его генетических горизонтах проводились бессистемно.

Тем не менее определенные результаты были получены в 2004 и 2006 гг. Так, на диаграмме показано количество общих и продуктивных запасов влаги 9-10 и 29-30 июня 2004 г. (рис. 1). В начале июня ПЗВ составляли всего 9,8 мм, а в конце – еще меньше (7,0 мм). Орошение увеличило доступные запасы воды в слое 0-20 см до 50,8 и

26,4 мм соответственно. Аналогично выросло и общее увлажнение. В результате орошения произошло увеличение объемной теплоемкости в зоне формирования луковицы (0-10 см) в 1,3 раза (рис. 2), а на глубине 10-20 см – в 1,6 раза. В конце июня это увеличение оказалось несколько меньше в результате снижения поливной нормы.

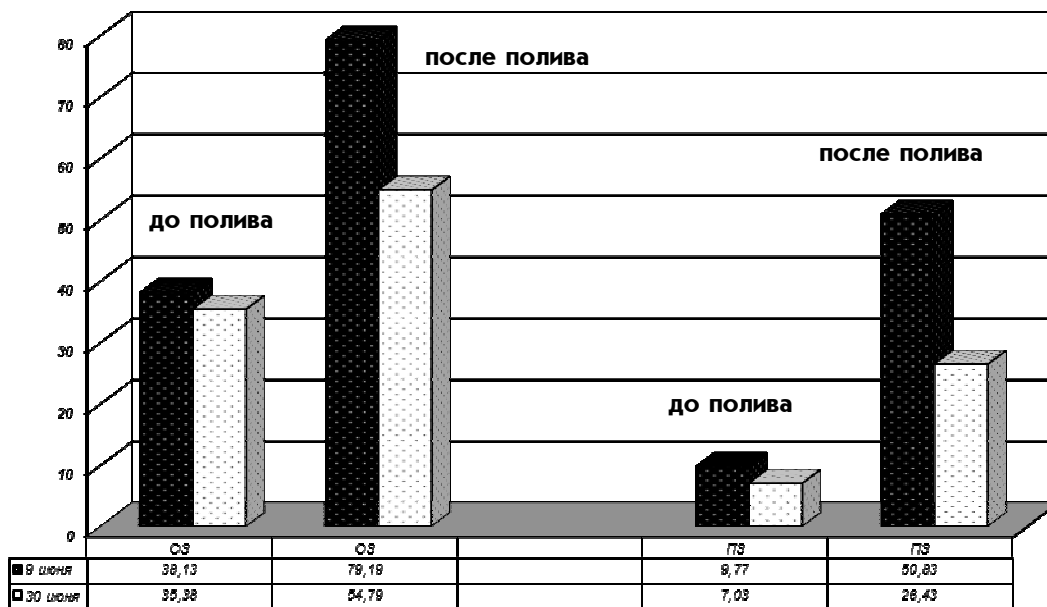


Рис. 1. Общие и продуктивные запасы влаги под луком в слое 0-20 см до и после полива, мм (2004 г.)

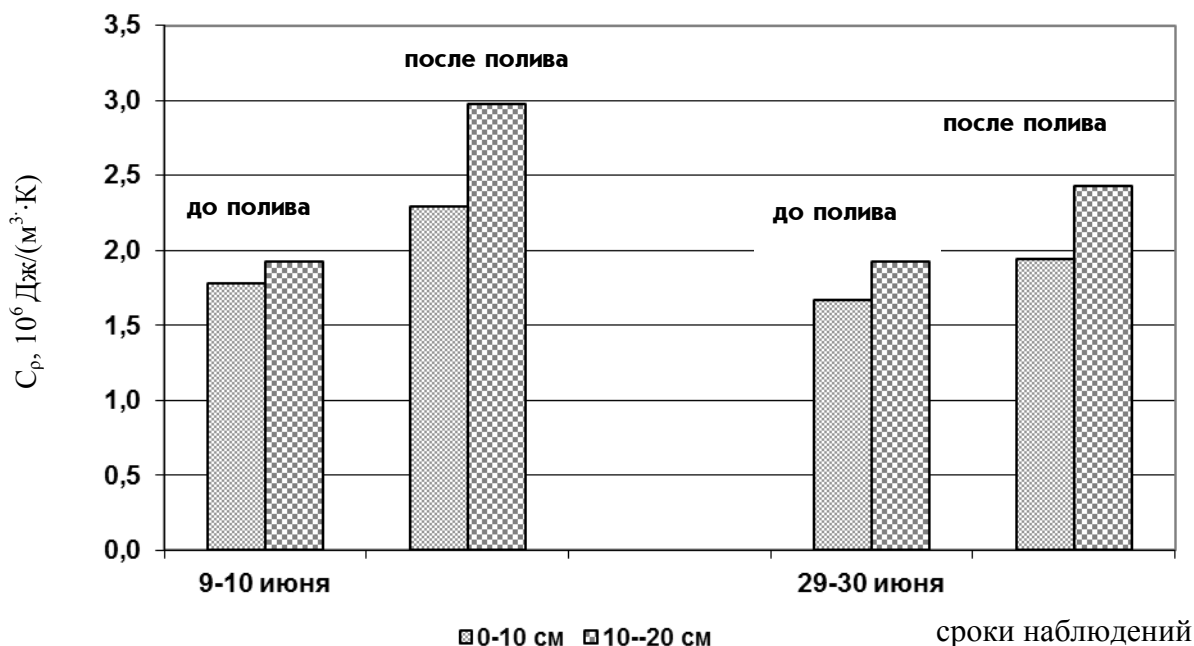


Рис. 2. Изменение объемной теплоемкости под луком в 2004 г. до и после полива

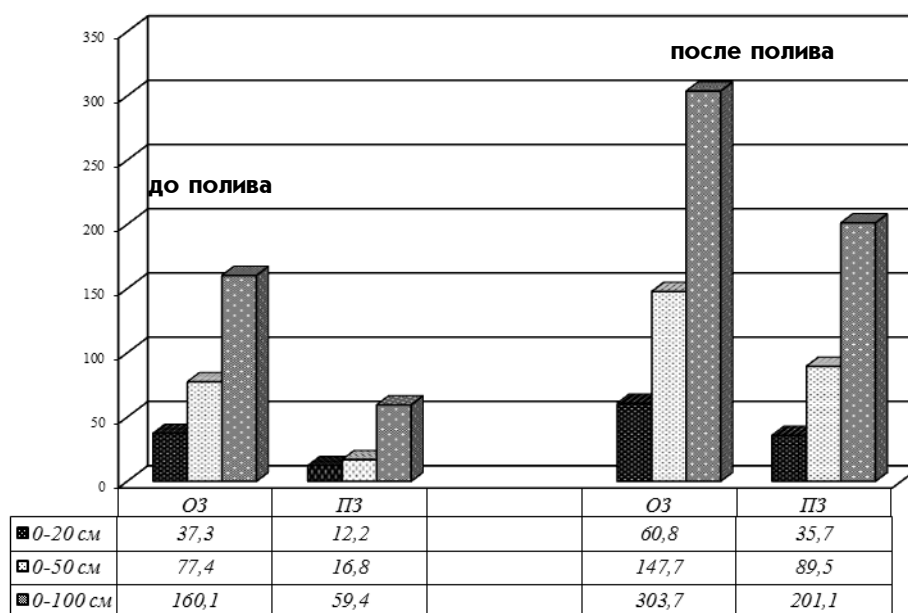


Рис. 3. Общие и продуктивные запасы влаги под луком 27-28 июня 2006 г. в слое 0-100 см до и после полива, мм

Аналогичные наблюдения были проведены с 27 на 28 июня 2006 г., но уже в метровом профиле чернозема. На рисунке 25 представлены продуктивные и общие запасы влаги в слоях 0-20, 0-50 и 0-100 см до и после полива. Так, доступная влага в верхнем 20-сантиметровом слое составила 27.06 только 12,2 мм. После полива она увеличилась до 35,7 мм, т.е. в 2,9 раза. Общее влагосодержание в метровом слое чернозема после орошения достигло 303,7 мм по сравнению со 160,1 мм до него. В результате объемная теплоемкость почвенного профиля возросла на всех глубинах (рис. 4). При этом характер ее распределения по горизонтам сохранился. Где влагозапас был максимальным (0-10 см), там теплоемкость превысила значение $2,7 \cdot 10^6$ Дж/м³·К. Иллювиальный горизонт на глубине 50-60 см также имел наибольшую объемную теплоемкость.

Таким образом, орошение лука приводит к увлажнению не только верхних слоев чернозема, но и всего почвенного профиля, увеличивая его теплоемкость и возможность накапливать тепло.

Оказалось, что тепло- и влагосодержание в профиле чернозема оказывает большое влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, которая тем не менее сильно варьирует по годам. Большую роль играет распределение атмосферных осадков, температурных условий и влажности почв в течение вегетационного периода.

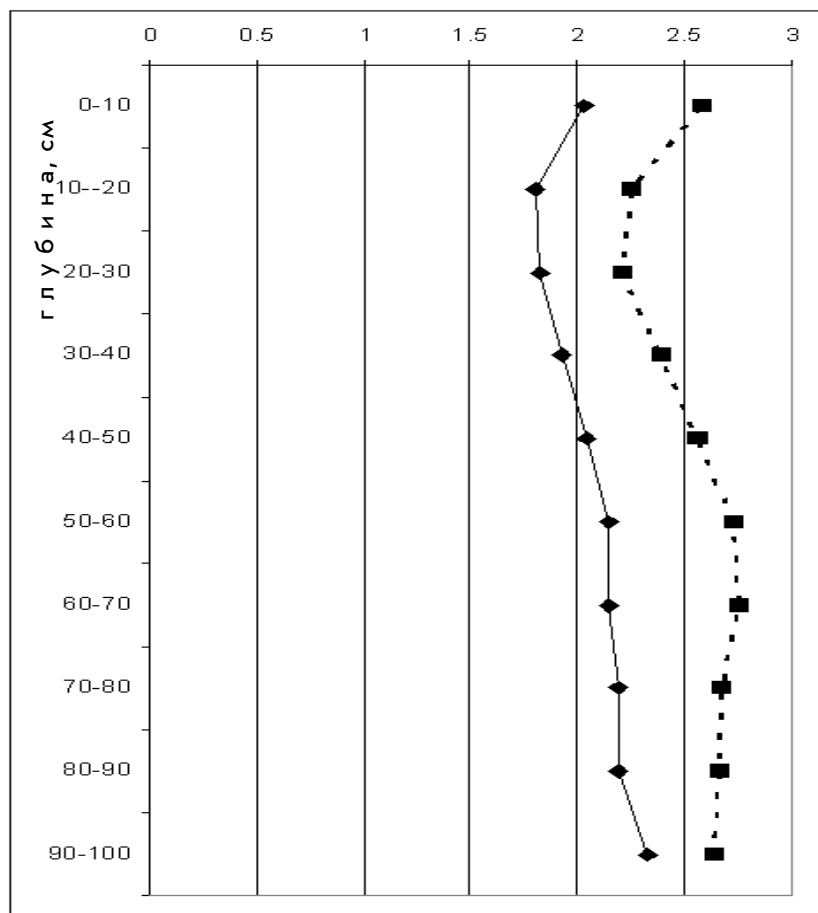
Влияние различных факторов на формирование урожайности лука представлено в таблице. Проведенные нами исследования показали, что урожайность луковых культур зависит от температуры воздуха и осадков. Для формирования высокого урожая лука огромное значение имеет гидротермический коэффициент первой половины вегетации.

Распределение специфических градаций урожайности в соответствии с градациями ГТК в мае-июле носит параболический характер с четко выраженным оптимумом 1,51-2,0. Отклонение от оптимальных значений ГТК в сочетании с определенными почвенными условиями снижает урожайность до 1-2 рангов.

Информационный анализ [6-7] показал высокую информативность к величине урожайности лука от суммы температур почвы слоем 0-20 см. Она составляет 0,4775. Информативности соответствует высокий коэффициент эффективности каналов связи, показывающий меру зависимости между явлениями.

Несколько ниже, но достаточно высокая связь отмечается между урожайностью луковой культуры и содержанием влаги, составляет $K = 0,2256$. Связь урожайности и влажности носит криволинейный характер. Влажность почвы 20-30% оптимальна для развития культуры, увеличение влажности до 40% приводит к снижению урожайности.

Объемная теплоемкость, Дж/(м³ К)



◆ - объемная теплоемкость до полива
 ■ - объемная теплоемкость после полива

Рис. 4. Изменение объемной теплоемкости по профилю чернозема под луковыми культурами 27-28 июня 2006 г.

Таблица

Специфические (наиболее вероятные) состояния урожайности для каждого состояния факторов

Фактор	Состояние фактора	Урожайность, т/га	Ранг урожайности
ГТК, май-июль T = 0,5188 K = 0,2431	<0,50	<25,0	2(3)
	0,51-1,00	25,1-30,0	2(3)
	1,01-1,50	30,1-35,0	3
	1,51-2,00	35,1-40,0	4
	> 2,01	>40,1	3(2)
ΣT, °C в слое 0-20 см T = 0,4775 K = 0,2303	<90,0	<25,0	2(3)
	90,1-110,0	25,1-30,0	3(4)
	110,1-120,0	30,1-35,0	3
	120,1-140,0	35,1-40,0	3
	>140,1	>40,1	2
U, % в слое 0-20 см T = 0,4298 K = 0,2256	< 15,0	<25,0	3
	15,1-20,0	25,1-30,0	3(4)
	20,1-25,0	30,1-35,0	2
	25,1-30,0	35,1-40,0	2
	>30,1	>40,1	1
Cp, Дж/м³·К T = 0,3196 K = 0,2066	<1,80	<25,0	3(4)
	1,85-1,90	25,1-30,0	3
	1,95-2,00	30,1-35,0	3
	2,05-2,55	35,1-40,0	2
	>2,60	>40,1	2(1)

Достаточно высокая информативность к величине урожайности отводится объёмной теплоемкости. Доля влияния этого фактора на урожайность лука составляет 16%.

По величине коэффициента эффективности канала связи с урожайностью все факторы можно расположить в следующий логический ряд:

$$ГТК > \sum T > U > C_p.$$

Полученные данные позволили создать информационную логическую модель:

$$U = ((ГТК \times \sum T) \times U) \times C_p,$$

где U – ранг урожайности луковых культур;

$ГТК$ – ранг урожайности по гидротермическому коэффициенту;

U – ранг урожайности по влагосодержанию чернозема выщелоченного;

C_p – ранг урожайности по объёмной теплоёмкости чернозема.

Доля воздействия гидротермического коэффициента ($ГТК$) (май-июль) составляет 27%, суммы температур в слое 0-20 см – 26, влагосодержания в слое 0-20 см – 22, объёмной теплоемкости – 16%.

Выводы

Таким образом, нами установлено, что орошение дождеванием значительно увеличивает как общие, так и доступные растениям запасы влаги в почве. В результате повышается объёмная теплоемкость генетических горизонтов чернозема и возрастают запасы тепла в почвенном профиле.

В свою очередь тепло- и влагосодержание в пахотном слое оказывают большое влияние на урожайность луковых культур. Использование информационно-логического анализа позволило определить долю различных факторов в формировании урожая. Оказалось, что максимальное воздействие оказывают гидротермический коэффициент и сумма суточных температур. Влагосодержание в слое 0-20 см и объёмная теплоемкость проявляются слабее. Следует отметить также, что причиной низкого производства лука является отсутствие научно обоснованных ресурсосберегающих технологий возделывания и уборки данной культуры на фоне разнообразных почвенно-климатических условий.

Библиографический список

1. Казакова А.А. Лук. – Л., 1970. – 355 с.
2. Макарычев С.В. Теплофизические основы мелиорации почв: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 280 с.
3. Макарычев С.В., Мазиров М.А. Теплофизические коэффициенты почв и факторы, их определяющие // Физика твердого тела. – Барнаул: Изд-во БГПУ, 1994. – С. 36-38.
4. Макарычев С.В., Мазиров М.А. Теплофизика почв: методы и свойства. – Суздаль, 1996. – 231 с.
5. Кружилин А.С. Биология и орошение лука // Картофель и овощи. – 1979. – № 6. – С. 33-34.
6. Бурлакова Л.М. Применение информационно-логического анализа в агрономии // Современные методы исследований в агрономии: сб. науч. трудов. – Барнаул, 1990. – С. 29-36.
7. Рассыпнов В.А. Сборник задач и упражнений по методике опытного дела. – Барнаул, 1987. – 61 с.

References

1. Kazakova A.A. Luk. – L., 1970. – 355 s.
2. Makarychev S.V. Teplofizicheskie osnovy melioratsii pochv: uchebnoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2005. – 280 s.
3. Makarychev S.V., Mazirov M.A. Teplofizicheskie koeffitsienty pochv i faktory, ikh opredelyayushchie // Fizika tverdogo tela. – Barnaul: Izd-vo BGPU, 1994. – S. 36-38.
4. Makarychev S.V., Mazirov M.A. Teplofizika pochv: metody i svoistva. – Suzdal', 1996. – 231 s.
5. Kruzhilin A.S. Biologiya i oroshenie luka // Kartofel' i ovoshchi. – 1979. – № 6. – S. 33-34.
6. Burlakova L.M. Primenenie informatsionno-logicheskogo analiza v agronomii // Sovremennye metody issledovaniy v agronomii: sb. nauch. trudov. – Barnaul, 1990. – S. 29-36.
7. Rassypnov V.A. Sbornik zadach i uprazhnenii po metodike opytnogo dela. – Barnaul, 1987. – 61 s.

