

9. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. – Moskva: Kolos, 1985. – 335 s.

10. Rashidov, N.; Chowaniak, M.; Niemiec, M. (2020). Assessment of the impact of differences in fertilization on selected yield indices for grapes in

the Sughd Region of Tajikistan. *J. Elem.* 25. doi: 10.5601/jelem.2019.24.2.1863.

11. Rashidov N.D. Produktivnost vinograda v zavisimosti ot chisla ostavlennykh glazkov // *Izvestiya Akademii nauk Respubliki Tadzhikistan.* – 2018. – No. 2 (201). – S. 36-41.



УДК 631.8

**С.Ж. Рахимгалиева, Н.А. Сапарова**  
S.Zh. Rakhimgaliyeva, N.A. Saparova

## ВЛИЯНИЕ ЭПИНА-ЭКСТРА НА СОДЕРЖАНИЕ И ЗАПАСЫ ЛАБИЛЬНОГО ГУМУСА ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА

### THE INFLUENCE OF EPIN-EXTRA PLANT GROWTH REGULATOR ON THE CONTENT AND STOCK OF LABILE HUMUS IN THE PASTURE LANDS OF THE DRY-STEPPE ZONE OF KAZAKHSTAN

**Ключевые слова:** сухостепная зона, тёмно-каштановые почвы, фракции лабильного углерода, эпин, пастбища.

**Keywords:** dry-steppe zone, dark-chestnut soils, labile carbon fractions, Epin-Extra plant growth regulator, pasture lands.

Каштановые почвы сухостепной зоны имеют низкое естественное плодородие. Почвы в основном средне-мощные, мощность гумусового горизонта не более 40 см. Основным показателем плодородия почв является содержание углерода, в т.ч. лабильность гумуса. В связи с чем при исследовании пастбищных угодий было изучено влияние эпин-экстра (24-эпиб-рассинолид) на пастбищных угодьях в сухостепной зоне на фоне разных норм азотно-фосфорных удобрений и установлено, что минимальное количество лабильного гумуса характерно для водорастворимой части, максимальное количество для щёлочнорастворимой части лабильного гумуса. Внесение азотно-фосфорных удобрений и обработка эпин-экстра способствовали повышению количества водорастворимой, пирофосфатнорастворимой и щёлочнорастворимой частей лабильного гумуса, особенно по варианту  $N_{50}P_{50}$  + эпин-экстра. При внесении минеральных удобрений и обработке эпином экстра подвижность лабильного гумуса повышается, за счёт чего лабильный гумус вымывается весной в нижележащие слои. Внесение минеральных удобрений и обработка кормовых угодий эпином-экстра положительно повлияли на урожайность. Под влиянием минеральных удобрений и обработки эпином-экстра урожайность повысилась на 2,2-6,6 ц/га. Максимальное повышение урожая выявлено на варианте эпин-экстра +  $N_{50}P_{50}$ .

Chestnut soils of dry-steppe zone have low natural fertility. Soils are mainly medium-thick and the humus horizon thickness is not more than 40 cm. The main fertility indicator of soils is the content of carbon including humus lability. In this regard, the influence of Epin-Extra plant growth regulator (24-Epi brassinolide) on pasture lands in the dry-steppe zone on the background of different rates of nitrogen-phosphorus fertilizers, and it was found that the minimum amount of labile humus was characteristic of the water-soluble part, the maximum amount of alkali-soluble part of labile humus. The application of nitrogen-phosphorus fertilizers and Epin-Extra plant growth regulator contributed to the increase in the amount of water-soluble, pyrophosphate-soluble and alkali-soluble parts of labile humus especially in the variant  $N_{50}P_{50}$  + Epin-Extra. At the application of mineral fertilizers and Epin-Extra plant growth regulator, the mobility of labile humus was increased, and therefore labile humus was washed out into lower layers in spring. The application of mineral fertilizers and treatment of forage lands with Epin-Extra plant growth regulator had a positive impact on the yielding capacity. Under the influence of mineral fertilizers and treatment with Epin-Extra plant growth regulator the yields increased by 0.22-0.66 t ha. The maximum yield gain was found in the variant Epin-Extra +  $N_{50}P_{50}$ .

**Рахимгалиева Сауле Жоламановна**, к.с.-х.н., ассоц. проф., руководитель, Высшая школа почвоведения, агрохимии и землепользования, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Республика Казахстан. E-mail: saule-ra@mail.ru.

**Rakhimgaliyeva Saule Zholamanovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Higher School of Soil Science, Agro-Chemistry and Land Management, Zhangir khan West-Kazakhstan Agro-Technical University, Uralsk, Republic of Kazakhstan. E-mail: saule-ra@mail.ru.

**Сапарова Нургуль Аскарровна**, докторант, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Республика Казахстан. E-mail: nurgul.saparova@mail.ru.

**Saparova Nurgul Askarovna**, PhD student, Zhangir khan West-Kazakhstan Agro-Technical University, Uralsk, Republic of Kazakhstan. E-mail: nurgul.saparova@mail.ru.

### Введение

На начало 2020 г. по данным местных исполнительных органов и земельного баланса в Казахстане имеется 180,5 млн га пастбищных угодий, из которых 75,1 млн га находятся в запасе [1]. Пастбищные угодья характеризуются низкой продуктивностью. За последние 20-25 лет плодородие пастбищных угодий Казахстана снизилось на 17-25%. Не применяются органические, минеральные удобрения и не проводится подсев многолетних трав.

Некоторые авторы утверждают, что систематическое внесение органических удобрений или введение в севооборот многолетних трав стабилизирует запасы гумуса пахотных серых лесных почв – скорость гумусообразования составляет 0,3-1,4 т/год. Отказ от органических удобрений, даже на незначительный период, приводит к резкому уменьшению запасов гумуса до минимальных величин [2].

Смена растительного покрова влияет на содержание органического вещества, на это указывал Казумичи Фудзи и другие исследователи, что преобразование луговых угодий Императа в плантации масличных пальм приводит к наибольшей потере почвенного органического вещества, в то время как плантации акации на лугах Императа или в лесу Макаранга максимизируют запасы углерода в почве из-за поступления непокорных лесных подстилок и снижения активности микроорганизмов в подкисленных почвах [3].

К сожалению, проблема деградации пастбищных угодий, не только проблема Казахстана, но и проблема всего мира. По данным Юн Вана Лукаса и других исследователей, последствия выпаса скота имеют решающее значение для управления пастбищами и их сохранения. Используя одномерные обобщенные линейные модели на тибетских пастбищах, исследовано влияние интенсивности выпаса, типа пастбищ и их взаимодействия на богатство и численность биотических групп, а также значения ключевых почвенных и гиперспектральных показателей. По данным этих авторов, влияние выпаса на индикаторы зависело от местных условий выпадения осадков. На состав многовариантных видов влияли абиотические факторы во всех груп-

пах биотических индикаторов: осадки являлись абиотическим фактором, наиболее влияющим на состав видов растений, общие питательные вещества почвы и гиперспектральные данные [4].

В настоящее время уровни деградации почвы и эрозии стали одной из самых серьезных экологических проблем Северного Китая [5]. В то время как почва лежит в основе структуры и функций экосистем и доставки важнейших экосистемных услуг, которые обеспечивают производство продовольствия, регулирование воды и услуги по хранению углерода [6], сохранение почвы лугопастбищных угодий в Северном Китае значительно отсутствует [7]. Усилия по сохранению в бассейне р. Силин увеличились с 2000 г., хотя они показали меньшую динамику по сравнению с достаточно улучшенной наземной биомассой и удержанием воды. Очевидно, что во время улучшения почвы наблюдается временная задержка, что говорит о том, что сохранение почвы следует рассматривать в качестве ключевого показателя восстановления пастбищ. [8].

Изучая плодородие пастбищных угодий, мы впервые на каштановых почвах пастбищных угодий применяли эпин-экстра. По данным В. Хрипачи и других, открытие брассиностероидов (БС) чуть более 20 лет назад открыло новую эру в исследованиях биорегуляции в живых организмах. Раньше единственная известная роль стероидов как гормонов была у животных и грибов; теперь в растениях был добавлен стероидный гормон. Прогресс в исследовании брассиностероидов был очень быстрым. Прошло всего 20 лет между открытием брассинолида, первого члена серии, и применением брассиностероидов в сельском хозяйстве. Хотя другие растительные гормоны изучались в течение гораздо более длительного периода, подобного развития не было [9].

Ряд авторов утверждают, что 24-эпибрассинолид (24-ЭБЛ) – это растительный стероидный гормон, который может регулировать несколько физиологических эффектов в растениях, включая стимулирование роста клеток и индукцию толерантности к тепловому стрессу. Ими установлено, что 24-ЭБЛ вызывают изменения

свойств углеводов, которые важны для защитного механизма организма от стрессов окружающей среды [10].

Эпин-экстра относится к регуляторам роста и применяется для стимуляции ростовых процессов, устранения стрессов от перепада температур, влажности и других факторов среды, повышает устойчивость к заболеваниям, ускоряет прохождение фаз развития растений.

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются тёмно-каштановые почвы пастбищных угодий. Почвенные образцы отбирали по слоям 0-20 и 20-40 см. Опыт с применением разных норм азотно-фосфорных удобрений на фоне применения 24-эпибрассинолида был заложен осенью 2017 г. Опыт был заложен на тёмно-каштановой почве (в Казахстане сохранилась классификация 1977 г.), по классификации РФ данные почвы относятся к чернозёмам текстурно-карбонатным. Исследованные почвы подвижным калием обеспечены средне. Опыты заложены в четырёхкратной повторности по следующей схеме: 1) контрольный вариант; 2) эпин-экстра; 3) эпин-экстра +  $N_{40}P_{40}$ ; 4) эпин-экстра +  $N_{50}P_{50}$ ; 5) эпин-экстра +  $N_{60}P_{60}$ .

25 апреля 2018 г. перед боронованием применяли аммиачную селитру и двойной суперфосфат. Эпин-экстра применяли путём опрыскивания по всходам растений 25 мая 2018 г. из расчёта 50 мл/га. Весной и осенью отбирали почвенные образцы, то есть до вегетационного периода и после. В статье даны результаты весеннего определения. В почвенных образцах определяли четыре фракции лабильного углерода: водорастворимую, пирофосфатнорастворимую, щёлочнорастворимую и смесь растворимую (пирофосфат + щелочь) фракции. Углерод лабильного гумуса определяли по методу А.М. Лыкова, В.А. Чернигова, В.П. Бонгана в модификации А.М. Пупкова [11].

### Результаты и их обсуждение

Лабильные компоненты играют важную роль в почвенных процессах, определяя и корректируя многие важнейшие почвенные режимы – окислительно-восстановительный, кислотно-щелочной и другие. Лабильные компоненты являются наиболее доступным источником элементов питания для микроорганизмов и растений [12].

Результаты исследования представлены в таблицах. Из таблицы 1 следует, что содержание водорастворимой части лабильного гумуса весной 2018 г. составило на контрольном варианте в слое 0-20 см 0,039%. В слое 20-40 см его количество составило 0,036%. Минимальное количество лабильного гумуса характерно для водорастворимой части. Несколько выше содержание смесью растворимой части лабильного гумуса, его количество в слое 0-20 см составило 0,043% и в слое 20-40 см – 0,044%. В нижнем слое содержание этой фракции лабильного гумуса выше, чем в верхнем горизонте. Распределение пирофосфатной и щёлочнорастворимой части лабильного гумуса отличается от распределения смесью растворимой части.

Во-первых, их количество сосредоточено в верхнем слое, во-вторых, пирофосфатнорастворимой части больше, чем водо- и смесью растворимой части. Необходимо отметить, что максимальное количество характерно для щёлочнорастворимой части. Внесение эпина-экстра привело к снижению лабильного гумуса в верхнем слое и повышению его в нижнем слое. При внесении на фоне эпина-экстра азотно-фосфорных удобрений по 40 кг/га видно, что в отличие от контрольного варианта водорастворимая часть лабильного гумуса повысилась как в слое 0-20, так и в слое 20-40 см. В остальных фракциях в слое 0-20 см снижается количество лабильного гумуса, а в слое 20-40 см его количество выше, чем на контрольном варианте. При увеличении нормы минеральных удобрений до 50-60 кг/га содержание водо-, пирофосфатно- и щёлочнорастворимых форм лабильного гумуса увеличивается как в слое 0-20, так и в слое 20 см. При этом количество четвёртой фракции уменьшается как в слое 0-20, так и в слое 20-40 см. По количественному содержанию лабильного гумуса трудно судить об изменениях фракции лабильного гумуса, поэтому в ходе исследований были рассчитаны запасы лабильного гумуса в слое 0-20 и 20-40 см. Запасы лабильного гумуса представлены на рисунке, откуда видно, что весной на контрольном варианте запасы лабильного гумуса составили 9,1 т/га. При обработке эпин-экстра и внесении минеральных удобрений запасы лабильного гумуса уменьшаются. Минимальный запас лабильного гумуса характерно для варианта с эпин-экстра 7,1 т/га. При внесении минеральных удобрений

на фоне эпина-экстра запасы лабильного гумуса увеличиваются. Максимальный запас лабильного гумуса выявлен на варианте эпин-экстра и 40 кг/га азотно-фосфорных удобрений. Лабильный гумус – это подвижная часть гумуса. Весной лабильная часть гумуса вымываются в нижележащие слои. Вероятнее всего эпин-экстра и минеральные удобрения способствуют подвижности лабильного гумуса, поэтому на вариантах с эпин-экстра и минеральными удобрениями запасы лабильного гумуса ниже. Причём нами выявлено, чем меньше норма удобрения, тем больше вымывается лабильный гумус.

Обработка кормовых культур пастбищных угодий эпином-экстра и внесение минеральных удобрений положительно сказалось на продуктивности пастбищных угодий. На контрольном варианте урожайность кормовых угодий в июне

2018 г. составило 5,2 ц/га. При обработке эпин-экстра составило 7,7 ц/га, а при внесении минеральных удобрений урожайность повысилась до 11,8 ц/га, т.е. норма азотно-фосфорных удобрений для кормовых угодий составила 50 кг/га (табл. 2).

Для достоверности полученных данных нами проведён дисперсионный анализ.

Для анализа влияния удобрений на урожайность был использован модуль «Дисперсионный анализ» в Microsoft Excel (табл. 2).

В результате дисперсионного анализа наблюдается, что общая сумма квадратов  $SS_{\text{итого}}=118,88$  разбита на компоненты: сумму квадратов, обусловленную внутригрупповой изменчивостью  $SS_{\text{ошибка}}=22,08$  и сумму квадратов, обусловленную различием средних значений между группами  $SS_{\text{эффект}}=96,80$  (табл. 3).

Таблица 1

Содержание лабильного гумуса (ЛГ), весна 2018 г., %

Варианты	Горизонты	Водорастворимая часть ЛГ	Пирофосфатнорастворимая часть ЛГ	Щёлочнорастворимая часть ЛГ	Смесью раст-воримая часть ЛГ (пирофосфат + щёлочь)
Контрольный	0-20	0,039	0,046	0,058	0,043
	20-40	0,036	0,040	0,052	0,044
Эпин	0-20	0,036	0,037	0,048	0,029
	20-40	0,041	0,042	0,056	0,044
N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> + эпин	0-20	0,041	0,043	0,057	0,041
	20-40	0,039	0,046	0,059	0,058
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> + эпин	0-20	0,043	0,049	0,064	0,031
	20-40	0,040	0,047	0,056	0,034
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + эпин	0-20	0,041	0,046	0,062	0,030
	20-40	0,040	0,042	0,057	0,041

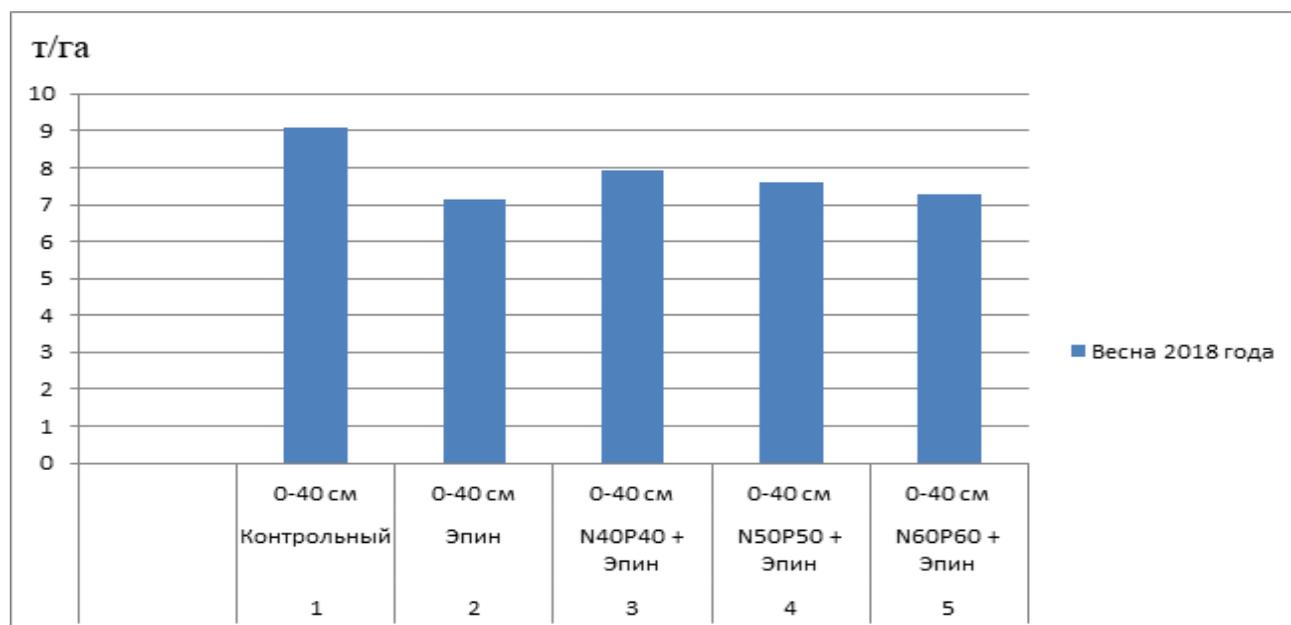


Рис. Запасы лабильного гумуса, т/га

Таблица 2

Урожайность, июнь 2018 г., ц/га

Повторности вариантов	Контрольный	Эпин	Эпин+ N <sub>40</sub> P <sub>40</sub>	Эпин + N <sub>50</sub> P <sub>50</sub>	Эпин +N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>
1	5,01376	9,55776	9,36192	12,4744	12,2344
	4,46208	9,68816	8,86544	13,46416	11,9128
	6,08016	9,94336	10,28112	12,97488	10,99152
2	6,38992	7,83248	10,1904	11,2656	9,1552
	6,5328	8,35808	11,68352	10,97712	8,30304
	5,89952	7,67504	11,33664	12,71792	7,38336
3	4,956	6,39264	9,49728	11,07136	8,62048
	4,82304	6,8032	8,94944	11,25328	7,9592
	4,69072	7,78416	9,2032	10,48576	7,73808
4	4,20192	6,3616	9,9616	11,5648	9,40704
	4,8992	6,4024	8,90496	11,52624	8,0152
	4,21888	5,64656	9,384	11,36624	8,51344
Средняя урожайность по вариантам	5,2	7,7	9,8	11,8	9,2

Таблица 3

Дисперсионный анализ влияния удобрений на урожайность

Варьирование	SS	SS, %	df	MS	MS, %	α	F <sub>факт.</sub>	F <sub>табл.</sub>	t <sub>табл.</sub>
Общее	118,88	100,00	19	6,26	100,00	0,05	16,44	3,06	2,13
Вариантов	96,80	81,42	4	24,20	94,27				
Остаточное	22,08	18,58	15	1,47	5,73				

С помощью критерия Фишера(F) проверка значимости основана на сравнении компоненты дисперсии, обусловленной межгрупповым разбросом (средний квадрат эффекта или MS<sub>эффект</sub> =24,2), и компоненты дисперсии, обусловленной внутригрупповым разбросом (средний квадрат ошибки или MS<sub>ошибка</sub> =1,47):

$$F_{факт} = \frac{MS_{эффекта}}{MS_{ошибка}} = \frac{24,2}{1,47} = 16,44.$$

Проведенное исследование показывает, что расчетное значение Фишера F<sub>факт</sub> больше табличного значения F<sub>табл.</sub>, следовательно, с вероятностью P=0,95 нулевая гипотеза отклоняется и признается значимость полученных данных.

**Выводы**

Каштановые почвы пастбищных угодий сухостепной зоны характеризуются низким естественным плодородием.

Минимальное количество лабильного гумуса для каштановых почв пастбищных угодий характерно для водорастворимой части, в то время

как максимальное количество её для щёлочно-растворимой части. Внесение азотно-фосфорных удобрений и обработка эпин экстра способствовали повышению количества водорастворимой, пиродифосфатнорастворимой и щёлочнорастворимой частей лабильного гумуса. Максимальное повышение выявлено на варианте N<sub>50</sub>P<sub>50</sub> + эпин.

При этом обработка эпином-экстра и внесение азотно-фосфорных удобрений не повлияли на 4-ю фракцию лабильного гумуса. На всех вариантах при обработке эпин экстра и внесении удобрений количество 4-й фракции уменьшилось. Максимальные запасы лабильного гумуса характерны для контрольного варианта, при внесении минеральных удобрений и обработке эпином-экстра подвижность лабильного гумуса повышается и за счёт данного процесса лабильный гумус вымывается весной в нижележащие слои.

Внесение минеральных удобрений и обработка кормовых угодий эпином-экстра положительно повлияла на урожайность. Под влиянием

минеральных удобрений и обработки эпином-экстра урожайность повысилась на 2,2-6,6 ц/га. Максимальное повышение урожая выявлено на варианте эпин + N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>.

### Библиографический список

- URL: <https://zonakz.net/2020/02/14/deficit-pastbishh-nablyudaetsya-pochti-vo-vsex-oblastyax-kazaxstana-mamin/>.
- Ерёмин, Д. И. Изменение гумусового состояния серых лесных почв Восточной окраины Зауральского Плато под действием длительной распашки / Д. И. Ерёмин, Н. А. Груздева, Д. В. Ерёмина. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 2018. – № 7. – С. 826-835.
- Fujii, K., et al. (2019). Effects of land use change on turnover and storage of soil organic matter in a tropical forest. *Plant and Soil*. 1-15. 10.1007/s11104-019-04367-5.
- Wang, Yun, et al. (2018). Multiple indicators yield diverging results on grazing degradation and climate controls across Tibetan pastures. *Ecological Indicators*. 93. 10.1016/j.ecolind.2018.06.021.
- Rao, Enming, et al. (2014). Spatial patterns and impacts of soil conservation service in China. *Geomorphology*. 207. 64-70. 10.1016/j.geomorph.2013.10.027.
- Wall, D.H., Bargett, R.D., Behan-Pelletier, V., Herrick, J.E., Jones, H., Six, J., Strong, D.R. (2013). *Soil Ecology and Ecosystem Services*, Oxford University Press.
- Zhang, X.; Niu, J.; Zhang, Q.; Dong, J.; Zhang, J. (2015). Soil conservation function and its spatial distribution of grassland ecosystems in Xilin River Basin, Inner Mongolia. *Acta Pratac. Sin.* 24, 12-20.
- Zhang, X., Niu, J., Buyantuev, A., et al. (2016). Understanding Grassland Degradation and Restoration from the Perspective of Ecosystem Services: A Case Study of the Xilin River Basin in Inner Mongolia, China. *Sustainability*. 8. 594. 10.3390/su8070594.
- Khripach, V., et al. (2000). Twenty Years of Brassinosteroids: Steroidal Plant Hormones Warrant Better Crops for the XXI Century. *Annals of Botany*. 86. 10.1006/anbo.2000.1227.
- Waisi, H., Janković, B., Nikolic, B., et al. (2018). Influence of various concentrations of 24-epibrassinolide on the kinetic parameters during isothermal dehydration of two maize hybrids. *South African Journal of Botany*. 119. 69-79. 10.1016/j.sajb.2018.08.006.
- Пупков, А. М. Лабильный гумус дерново-подзолистых почв разной степени окультуренности / А. М. Пупков. – Текст: непосредственный // Генезис и свойства пахотных почв Нечерноземья. – Горький, 1986. – С. 45-51.
- Шихова, Л. Н. Динамика содержания и запасов углерода гумуса в пахотных подзолистых почвах подзоны южной тайги Кировской области / Л.Н. Шихова, Е.М. Лисицын // Биология. Науки о земле. Экологические проблемы и природопользование: вестник Удмуртского университета. – 2014. – Вып. 2. – С. 7-13.

### References

- <https://zonakz.net/2020/02/14/deficit-pastbishh-nablyudaetsya-pochti-vo-vsex-oblastyax-kazaxstana-mamin/>.
- Eremin D.I. i dr. Izmenenie gumusovogo sostoyaniya serykh lesnykh pochv Vostochnoy okrainy Zauralskogo Plato pod deystviem dlitelnoy raspashki / D.I. Eremin, N.A. Gruzdeva, D.V. Eremina // Pochvovedenie. – 2018. – No. 7. – S. 826-835.
- Fujii, K., et al. (2019). Effects of land use change on turnover and storage of soil organic matter in a tropical forest. *Plant and Soil*. 1-15. 10.1007/s11104-019-04367-5.
- Wang, Yun, et al. (2018). Multiple indicators yield diverging results on grazing degradation and climate controls across Tibetan pastures. *Ecological Indicators*. 93. 10.1016/j.ecolind.2018.06.021.
- Rao, Enming, et al. (2014). Spatial patterns and impacts of soil conservation service in China. *Geomorphology*. 207. 64-70. 10.1016/j.geomorph.2013.10.027.
- Wall, D.H., Bargett, R.D., Behan-Pelletier, V., Herrick, J.E., Jones, H., Six, J., Strong, D.R. (2013). *Soil Ecology and Ecosystem Services*, Oxford University Press.
- Zhang, X.; Niu, J.; Zhang, Q.; Dong, J.; Zhang, J. (2015). Soil conservation function and its spatial distribution of grassland ecosystems in Xilin River Basin, Inner Mongolia. *Acta Pratac. Sin.* 24, 12-20.
- Zhang, X., Niu, J., Buyantuev, A., et al. (2016). Understanding Grassland Degradation and Restoration from the Perspective of Ecosystem Services: A Case Study of the Xilin River Basin in Inner Mongolia, China. *Sustainability*. 8. 594. 10.3390/su8070594.
- Khripach, V., et al. (2000). Twenty Years of Brassinosteroids: Steroidal Plant Hormones War-

rant Better Crops for the XXI Century. *Annals of Botany*. 86. 10.1006/anbo.2000.1227.

10. Waisi, H., Janković, B., Nikolic, B., et al. (2018). Influence of various concentrations of 24-epibrassinolide on the kinetic parameters during isothermal dehydration of two maize hybrids. *South African Journal of Botany*. 119. 69-79. 10.1016/j.sajb.2018.08.006.

11. Pupkov A.M. Labilnyy gumus dernovo-podzolistykh pochv raznoy stepeni okulturennosti //

Genezis i svoystva pakhotnykh pochv Nechernozemya. – Gorkiy, 1986. – S. 45-51.

12. Shikhova L.N. Dinamika sodержaniya i zapasov ugleroda gumusa v pakhotnykh podzolistykh pochvakh podzony yuzhnoy taygi Kirovskoy oblasti / L.N. Shikhova, E.M. Lisitsyn // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Biologiya. Nauki o zemle. Ekologicheskie problemy i prirodopolzovanie. – 2014. – Vyp. 2. – S. 7-13.



УДК 631.445.4:635.2(571.15)

Л.В. Терновая, С.В. Макарычев  
L.V. Ternovaya, S.V. Makarychev

## О ПАРАМЕТРАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ОРОШЕНИИ СТОЛОВОЙ СВЁКЛЫ ДОЖДЕВАНИЕМ

### ON THE PARAMETERS OF REGULATING THE WATER REGIME OF CHERNOZEM AT SPRINKLING IRRIGATION OF TABLE BEETS

**Ключевые слова:** чернозем выщелоченный, свёкла столовая, влажность, температура, орошение, поливная норма, общие и продуктивные запасы влаги.

Климат Алтайского края дает возможность возделывать овощные культуры, хотя их успешное производство определяется рядом природно-климатических и антропогенных факторов. В практике овощеводства часто недооценивают значение агрофизических свойств почвы, увязывая почвенное плодородие только с обеспеченностью растений питательными элементами. Целью исследований явился анализ водного режима в почве при возделывании свёклы и определение поливных норм в летнее время. Объектами исследований выбраны чернозёмы выщелоченные среднесуглинистые малогумусные, а также свёкла столовая сорта Бордо. Количество продуктивной влаги в пахотном слое в течение всей вегетации 2006 г. было незначительно. Если принять оптимальную влажность почвы, равную 0,75 НВ, то в слое 0-20 см с июня по сентябрь растения будут испытывать дефицит в соответствии с естественным увлажнением. В этом случае поливные нормы для слоя почвы 0-20 см составят в разные сроки вегетации от 427 т/га в июне до 390 т/га в конце августа. Натурные наблюдения показали, что осадки конца июня увлажнили слой почвы 0-20 см, но в метровом профиле ОЗВ практически не изменились. В июле влагосодержание чернозема продолжало уменьшаться. Под влиянием интенсивного потребления влаги свёклой с мощной корневой системой ее количество в метровом слое снизилось до 161,3 мм. Весна 2007 г. была ранней. Май и июнь оказались довольно влажными, но с июля по сентябрь дождей прошло на 50% меньше

месячной нормы. Поэтому общие и продуктивные запасы влаги были невелики. Так, в слое 0-20 см только 30 июня и 17 августа имел место рост почвенного увлажнения. Но к 28 июля значения ПЗВ упали до минимума, почва в гумусовом горизонте оказалась иссушенной. Таким образом, в течение всего вегетационного периода свёкла нуждалась в поливе. При этом поливная норма по срокам наблюдений должна была составлять от 474 до 187 т/га.

**Keywords:** leached chernozem, table beet, moisture content, temperature, irrigation, irrigation rate, total stored soil moisture, effective soil moisture.

The climate of the Altai Region makes it possible to grow vegetables although their successful production is determined by a number of natural, climatic and anthropogenic factors. Vegetable growers often underestimate the importance of the soil agrophysical properties linking soil fertility only with the supply of plants with nutrients. The research goal was to study the soil water regime during table beet cultivation and to determine the irrigation rates in the summer. The research targets were leached medium-loamy low-humus chernozems and the table beet variety "Bordo". The amount of effective soil moisture in the arable layer during the entire growing season of 2006 was insignificant. When we take the optimal soil moisture equal to 0.75 of the minimum moisture-holding capacity, in the 0-20 cm layer from June to September the plants will experience a deficit in accordance with natural moisture. In this case, the irrigation rates for the 0-20 cm soil layer at different times of the growing season will be from 427 t ha in June to 390 t ha at the end of August. The field observa-