

**ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ
В ПРОЦЕССЕ ИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ****THE CHANGE OF THE CHEMICAL PROPERTIES OF LIGHT GRAY FOREST SOILS
OF NORTHERN TRANS-URALS DURING THEIR AGRICULTURAL USE**

Ключевые слова: емкость катионного обмена, сумма поглощенных оснований, обменная кислотность, пахотный слой, иллювиально-карбонатный горизонт, агрогенная трансформация, гумусовое стояние, плодородие, степень насыщенности основаниями.

Интенсивное использование в пашне светло-серых лесных почв подтаежной зоны Северного Зауралья требует пристального внимания к их химическим свойствам. Дефицит гумуса обуславливает низкую буферную способность пахотного горизонта. Потеря почвенного органического вещества может привести к ухудшению показателей плодородия пахотных земель, что особенно актуально для Северного Зауралья. Целью исследований было изучение динамики химических свойств светло-серых лесных почв, вовлеченных в пахотный фонд Тюменской области. Изучение проводили на стационаре государственной агрохимической станции «Тюменская», который расположен возле д. Усалка Яркоковского района Тюменской области. Стационар был заложен в 1994 г. на пахотной светло-серой лесной почве. Изучали сумму поглощенных оснований, емкость катионного обмена, обменную и гидролитическую кислотности, степень насыщенности в пахотном слое (0-20 см). Установлено, что емкость катионного обмена светло-серой лесной почвы в период с 1994 по 2019 гг. варьировала от 19 до 23 мг-экв/100 г почвы. В отличие от черноземов, у светло-серых лесных почв этот показатель нельзя считать стабильным из-за дефицита гумуса в пахотном горизонте. Сумма поглощенных оснований варьировала от 15,5 до 18,9 мг-экв/100 г почвы. В составе поглощенных оснований доминирует кальций (>88%). Уменьшение суммы поглощенных оснований сопровождается пропорциональным повышением гидролитической кислотности, значения которой варьировали в период с 1994 по 2019 гг. в пределах 3,3-5,0 мг-экв/100 г почвы. Установлено, что использование обменной кислотности в качестве показателя целесообразности известкования для светло-серых лесных почв Северного Зауралья не приемлемо по причине сильного варьирования во времени – от 4,8 до 5,9 ед. Предложено использовать для таких

целей степень насыщенности основаниями как наиболее стабильный показатель.

Keywords: cation exchange capacity, total absorbed bases, exchangeable acidity, arable layer, illuvial-carbonate horizon, agrogenic transformation, humus status, fertility, degree of base saturation.

Intensive use of light gray forest soils in the taiga zone of the Northern Trans-Urals in arable land requires close attention to their chemical properties. The humus deficiency determines low buffer capacity of the arable layer. The loss of soil organic matter may lead to the deterioration of fertility of arable lands which is especially important for the Northern Urals. The research goal was to study the dynamics of chemical properties of light gray forest soils involved in the arable land fund of the Tyumen Region. The study was carried out in the permanent study area of the State Station of Agrochemical Service "Tyumenskaya" located in the vicinity of the village of Usalka, the Yarkovskiy District of the Tyumen Region. The permanent study area was established in 1994 on arable light gray forest soil. The total absorbed bases, cation exchange capacity, exchangeable and hydrolytic acidity, degree of base saturation in the arable layer (0-20 cm) were studied. It was found that the cation exchange capacity of light gray forest soil in the period from 1994 to 2019 varied from 19 to 23 mg-eq per 100 g of soil. Unlike chernozems, this index may not be considered stable due to the humus deficiency in the arable horizon. The total absorbed bases varied from 15.5 to 18.9 mg-eq per 100 g of soil. Calcium dominated in the composition of absorbed bases (>88%). The decrease in the amount of absorbed bases was accompanied by a proportional increase of hydrolytic acidity the values of which varied between 1994 and 2019 in the range of 3.3-5.0 mg-eq per 100 g of soil. It was found that the use of exchange acidity as an indicator of the feasibility of liming for light gray forest soils of the Northern Urals was not acceptable because of the strong variation in time from 4.8 to 5.9 units. For this purpose, it is proposed to use the degree of base saturation as the most stable index.

Груздева Наталья Александровна, вед. агрохимик, ФГБУ Государственная станция агрохимической службы «Тюменская», г. Тюмень. Тел.: (3452) 625-676. E-mail: g.nessi@mail.ru.

Gruzdeva Natalya Aleksandrovna, Leading Agro-Chemist, State Station of Agrochemical Service "Tyumenskaya", Tyumen. Ph.: (3452) 625-676. E-mail: g.nessi@mail.ru.

Ерёмин Дмитрий Иванович, д.б.н., доцент, проф. каф. почвоведения и агрохимии, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень. Тел.: (3452) 290-127. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

Yeremin Dmitriy Ivanovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. Ph.: (3452) 290-127. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

Введение

Вовлечение почв в сельскохозяйственный оборот обычно приводит к изменению направления и скорости почвообразовательного процесса. Еще сто лет назад антропогенный фактор считался не столь существенным и им пренебрегали многие ученые. Однако с интенсификацией сельского хозяйства агрогенное воздействие на почвы возросло многократно. С переходом от конной тяги к тракторам у аграриев появилась возможность увеличить число технологических операций при выращивании различных культур [1, 2]. Появление на рынке дешевых минеральных удобрений обеспечило стабильные прибавки урожая с минимальными затратами труда [3]. А разработка научно обоснованной системы земледелия вывела сельское хозяйство Сибири и Дальнего Востока на новый уровень. Благодаря селекционной науке появились новые сорта зерновых и технических культур, способные расти и формировать стабильный урожай в неблагоприятных почвенно-климатических условиях [4, 5].

Развитие сельского хозяйства в Сибири требует постоянного расширения площади сельскохозяйственных угодий. Особенно это касается пашни, поскольку именно ее площадь определяет специализацию предприятия. Как показывают исследования кафедры почвоведения и агрохимии, в Тюменской области черноземы распаханы почти на 90%, чуть в меньшей степени – темно-серые лесные почвы [6]. Подобный дефицит плодородных земель для сельского хозяйства наблюдается и в других регионах РФ. Наиболее остро стоит проблема с подтаежной зоной, которая до недавнего времени рассматривалась как территория, перспективная для животноводства. В настоящее время перед учеными и аграриями поставлена четкая цель – изыскать дополнительные земли, пригодные для распашки. В первую очередь это касается светло-серых и серых лесных почв [7, 8].

В Тюменской области общая площадь серых лесных почв составляет почти 1 млн га. Более 80% этой площади освоены под сельскохозяйственные угодья. В подтаежной зоне, которая является северной границей распространения сельского хозяйства, светло-серые и серые лесные почвы освоены в максимальной степени, поскольку там они наиболее плодородны, по сравнению с другими зональными почвами [9].

Многолетние стационарные исследования, охватывающие большой временной промежуток (50-100 лет), дали возможность изучить агрогенную трансформацию почв, вовлеченных в пашню. Мнения ученых сильно разнятся в вопросе динамики плодородия пахотных почв. Детальное изучение агрогенной трансформации почв обычно проводят на высокогумусных, плодородных почвах, поскольку именно они испытывают очень сильную нагрузку. Работ по изучению таких мало-гумусных почв, как светло-серые лесные почвы, недостаточно. Причина этого – малый срок распашки этих земель и отсутствие на них многолетних стационаров, мониторинг которых позволил бы однозначно дать ответы.

Целью исследований было изучение динамики химических свойств пахотной светло-серой лесной почвы Северного Зауралья.

Объекты и методы исследований

В 1994 г. агрохимической станцией «Тюменская» был заложен стационар № 28. Он расположен в 3 км от д. Усалка Яркового р-на, в подтаежной зоне (57°18'24" с. ш.; 66°56'25" в. д.). Почва светло-серая лесная, среднесуглинистая на лёссовидном суглинке Luvisc Retic Greyzemic Phaeozems (WRB, 2004). Агрохимическая станция регулярно отбирает почвенные образцы. Формулу почвенного профиля пахотной светло-серой почвы можно представить в следующем виде: Апах (20 см) – В1 (28 см) – В2 (50 см) – Вк (30 см) – ВС (60 см) – С.

За период с 1994 по 2019 гг. на стационаре 28 внесли 300 т торфонавозного компоста, который производят в хозяйстве из навоза КРС и низинного торфа в соотношении 3:1. За годы исследований на поле после уборки сельскохозяйственных культур осталось 32 т/га пожнивно-корневых остатков. Для получения стабильных урожаев хозяйство вносило на стационаре полный комплекс минеральных удобрений. За 25 лет было внесено 420 кг азотных удобрений в действующем веществе; по 160 кг фосфора и калия.

Отбор почвенных образцов проводили после уборки сельскохозяйственных культур, непосредственно перед вспашкой. Химические свойства определяли в лаборатории кафедры почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья и агрохимической станции «Тюменская» по общепринятым методикам: обменная кислотность – потенциометрическим способом (ГОСТ 26484); гидролитическая кислотность – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26121); сумма обменных оснований – по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821); емкость катионного обмена и степени насыщенности – расчетным методом. Химический анализ проводили в 6-кратной повторности. Дисперсионный анализ полученных результатов рассчитывали по Б.А. Доспехову.

Результаты исследований

Светло-серые лесные почвы подтаежной зоны Зауралья характеризуются благоприятными химическими свойствами [10]. Содержание гумуса в них невелико, но его состав более качественный в сравнении с аналогичными почвами Восточной Сибири и Европейской части России [11]. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, преимущественно связанные с кальцием. Это положительно сказывается на емкости катионного обмена (ЕКО) и других физико-химических свойствах почвы.

В год закладки стационара (1994 г.) ЕКО пахотной светло-серой лесной почвы составил 22 мг-экв/100 г почвы, что в пределах диапазона варьирования этого показателя для юга Тюменской области (рис. 1). В составе обменных осно-

ваний абсолютно преобладает кальций (85%), что при невысоком содержании магния определяет широкое отношение этих щелочноземельных металлов.

Сумма поглощенных оснований пахотного слоя в 1994 г. составила 16,8 мг-экв/100 г почвы. Несколько повышенной оказалась гидролитическая кислотность – 5,0 мг-экв/100 г почвы. В среднем по Тюменской области этот показатель варьирует в пределах 1,8-3,7 мг-экв/100 г почвы. Однако повышенная гидролитическая кислотность типична для пахотных серых лесных почв Западной Сибири [12, 13].

До 2011 г. емкость катионного обмена варьировала в пределах ошибки измерения ($HCp_{05}=1,7$ мг-экв/100 г почвы), что указывает на стабильность почвенно-поглощительного комплекса пахотного слоя светло-серой лесной почвы при дефиците в нем гумуса. Однако внутри поглощительного комплекса в период с 1994 по 2011 гг. установлены закономерные изменения. Сумма поглощенных оснований в эти годы варьировала от 16,8 до 18,9 мг-экв/100 г почвы. Размах составил 12% от средней величины. Необходимо отметить, что варьирование суммы поглощенных оснований компенсировалось изменением гидролитической кислотности. Это стабилизировало значение емкости катионного обмена на протяжении 17 лет изучения. Установленная особенность периодического изменения суммы обменных оснований и гидролитической кислотности объясняется совокупностью двух процессов: выщелачивания кальция и магния в условиях промывного режима и пополнения их в ППК за счет пульсационного подъема карбоната кальция с восходящими токами воды из иллювиально-карбонатного горизонта в засушливые годы. Поскольку запасы гумуса в светло-серых лесных почвах невелики, а колебания влажности пахотных почв довольно резкие, появляется сильное варьирование таких стабильных показателей, как сумма обменных оснований и гидролитическая кислотность. Чем выше находится иллювиально-карбонатный горизонт, тем стабильнее будут химические свойства во времени.

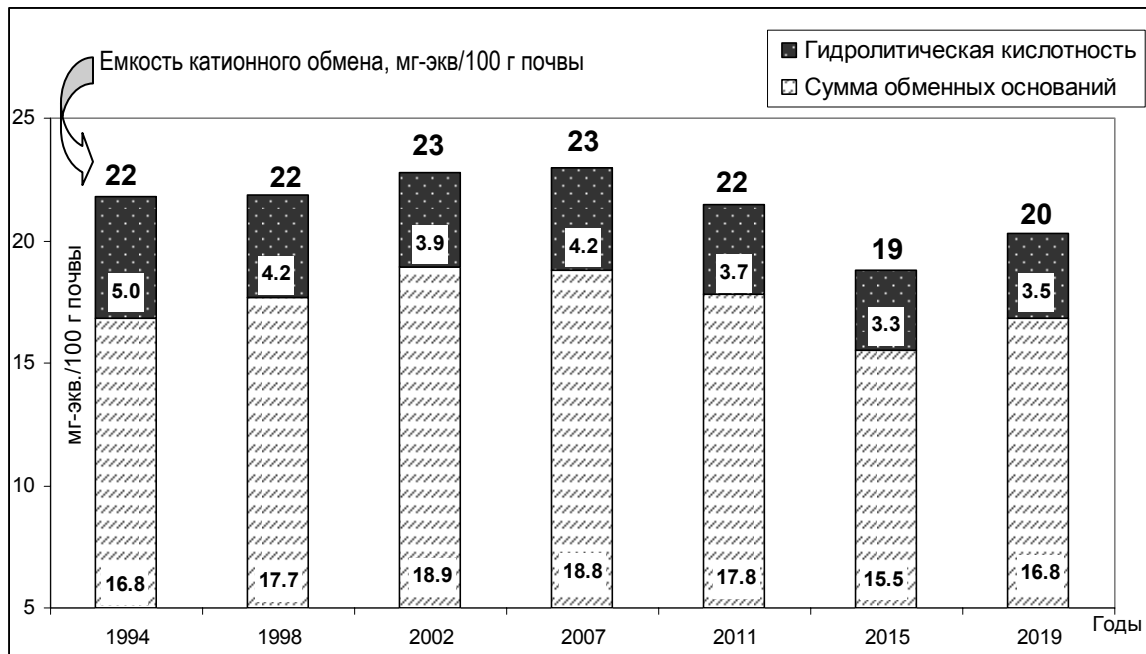


Рис. 1. Динамика основных химических свойств пахотного слоя (0-20 см) светло-серой лесной почвы Северного Зауралья

По мере углубления залегания карбонатов размах значений между максимумом и минимумом будет шире, что может привести к усилению процесса оподзоливания пахотных светло-серых лесных почв. Как показали предыдущие исследования кафедры почвоведения и агрохимии, на пашне в условиях Северного Зауралья режим увлажнения сдвигается в сторону гумидизации, выражаемой увеличением глубины промачивания почвенного профиля [14]. Анализируемые светло-серые лесные почвы расположены в подтаежной зоне, где изначально существует промывной тип водного режима. На пашне усиливается не только процесс выщелачивания катионов щелочноземельных металлов, но и понижается уровень залегания карбоната кальция. Если не учитывать эту особенность, то есть вероятность, что CaCO_3 в будущем не сможет подняться к гумусовому горизонту и начнется очень сильная физико-химическая деградация пахотных почв Сибири.

К 2015 г. произошло достоверное снижение емкости катионного обмена на 14% относительно 2011 г., что могло быть вызвано только одним фактором – сильной дегумификацией в этот период. Причиной этого послужило повышение доз вносимых азотных удобрений на фоне дефицита

поступления органических удобрений. В этот период нами был отмечен отрицательный баланс гумуса – его потери составили 0,9 т/год [15]. К 2019 г. после выполнения хозяйством рекомендации агрохимической станции, гумусовое состояние стабилизировалось, что благоприятно сказалось на емкости катионного обмена и сумме поглощенных оснований. Следовательно, использование светло-серых лесных почв в пашне должно предусматривать систематическое внесение органических удобрений через минимальные промежутки времени, особенно при использовании минеральных удобрений.

По величине pH солевой вытяжки, как отмечает Л.Н. Каретин, светло-серые лесные почвы юга Тюменской области относятся к категории слабокислых [10]. В 1994 г. обменная кислотность пахотного слоя была на уровне 5,4 ед. Степень насыщенности основаниями составляла 77% от емкости катионного обмена. По совокупности этих показателей можно утверждать, что поле, где расположен стационар № 28 агрохимической станции «Тюменская», не нуждается в известковании. В последующие годы pH солевой вытяжки варьировала от 4,8 до 5,9 ед., что является довольно существенным для такого показателя.

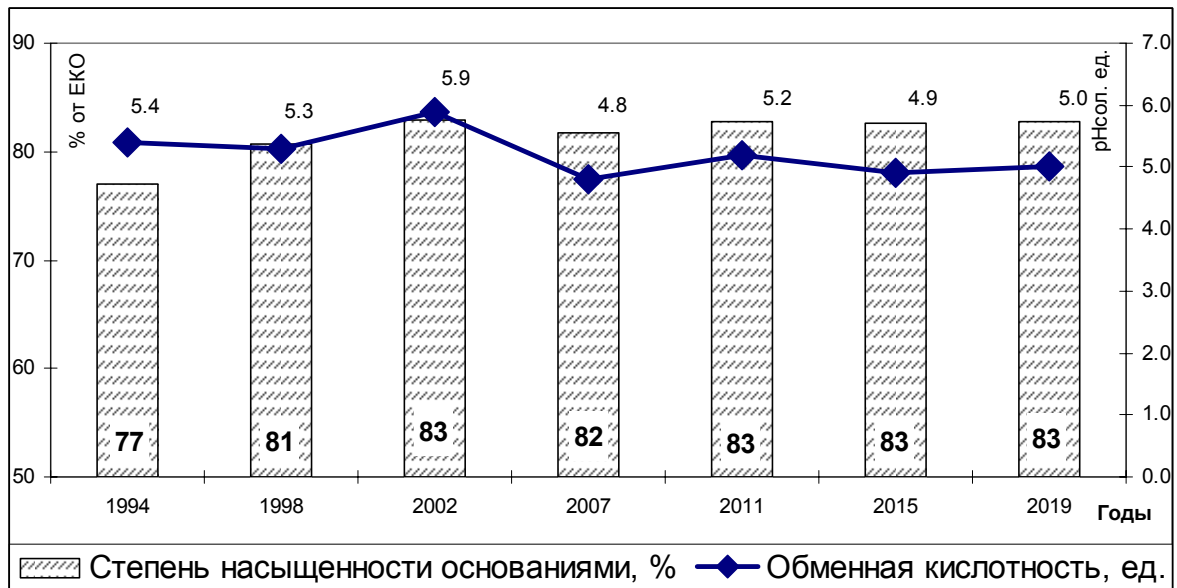


Рис. 2. Изменение обменной кислотности (pHсол., ед) и степени насыщенности основаниями (V, %) пахотного слоя (0-20 см) светло-серой лесной почвы Северного Зауралья

Снижение обменной кислотности в период с 1998 по 2002 г. обусловлено проникновением в пахотный горизонт карбоната кальция путем его переноса восходящими токами воды. Это подтверждается и постепенным увеличением степени насыщенности основаниями до 83% от ЕКО. После 2002 г. обменная кислотность начала постепенно повышаться – рН солевой вытяжки варьировал от 4,8 до 5,2 ед., что соответствовало средне- и слабокислой реакции почвенной среды.

В результате анализа рисунка 2 становится очевидным, что пахотные светло-серые лесные почвы обладают довольно широким диапазоном колебания обменной кислотности во времени на фоне стабильной степени насыщенности основаниями. Принятие решения об известковании пахотных светло-серых лесных почв лишь по одной только обменной кислотности может оказаться неправильным. Для окончательного решения требуется ретроспективный анализ динамики степени насыщенности основаниями каждого поля, расположенного на светло-серых лесных почвах.

Заключение

Светло-серые лесные почвы Северного Зауралья обладают относительно благоприятными химическими свойствами, но из-за низкого содержания гумуса емкость катионного обмена может

существенно варьировать в очень короткий временной промежуток – 4-8 лет. Пахотные аналоги этих почв характеризуются низкой буферной способностью, что приводит к изменению обменной кислотности в диапазоне от 4,8 до 5,9 ед. Наличие иллювиально-карбонатного горизонта, расположенного на глубине 80-100 см, обеспечивает поддержание суммы обменных оснований на уровне 15,5-18,9 мг-экв/100 г почвы за счет периодического подъема карбонатов с восходящим движением почвенной влаги. Потребность в известковании пахотных светло-серых лесных почв рекомендуется определять по степени насыщенности основаниями, которая находится в пределах 77-83% от ЕКО, а не по рН солевой вытяжки. Химические свойства светло-серых лесных почв зависят от глубины залегания иллювиально-карбонатного горизонта. Поэтому при разработке научно обоснованной системы земледелия для Северного Зауралья необходимо предусмотреть меры по предотвращению понижения уровня залегания карбонатов и повышения запасов гумуса в пахотном слое.

Библиографический список

1. Рзаева, В. В. Основная обработка почвы – проблемы и перспективы в Северном Зауралье / В. В. Рзаева. А. В. Мельников, Л. А. Ознобихина [и

др.]. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 6 (72). – С. 44-47.

2. Перфильев, Н. В. Основная обработка и плодородие темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье / Н. В. Перфильев. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 11-12. – С. 19-25.

3. Абрамов, Н. В. Дифференцированное внесение удобрений с использованием спутниковой навигации / Н. В. Абрамов, С. В. Шерстобитов. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2018. – № 9. – С. 40-49.

4. Логинов, Ю. П. Сорты полевых культур, районированные в Тюменской области: учебное пособие / Ю. П. Логинов, Г. В. Тоболова, А. А. Казак. – Тюмень: Тюмень. ГАУ, 2014. – 123 с. – Текст: непосредственный.

5. Lyubimova A. Laboratory varietal control as a guarantee of successful work of agribusiness in Russia / A. Lyubimova, D. Eremin // MATEC Web of Conferences, 170. pp. 04015, 2018. DOI: 10.1051/mateconf/201817004015.

6. Ерёмин, Д. И. Продуктивность зернового с занятым паром севооборота при использовании минеральных удобрений в Северном Зауралье: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ерёмин Д. И. – Тюмень, 2002. – 22 с. – Текст: непосредственный.

7. Ренев, Е. П. Оценка основных показателей плодородия почв наиболее пригодных для расширения пахотных угодий в Тюменской области / Е. П. Ренев, Д. И. Еремин, Д. В. Еремина. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 4. – С. 27-31.

8. Котченко, С. Г. Динамика плодородия пахотных почв Тюменской области / С. Г. Котченко, А. Я. Воронин. – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 7. – С. 41-43.

9. Абрамов, Н. В. Система основной обработки серой лесной почвы в подтаежной зоне Северного Зауралья / Н. В. Абрамов, И. И. Поминов. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 2 (170). – С. 5-11.

10. Каретин, Л. Н. Почвы Тюменской области / Л. Н. Каретин. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1990. – 285 с. – Текст: непосредственный.

11. Еремин, Д. И. Изменение гумусового состояния серых лесных почв восточной окраины Зауральского Плато под действием длительной распашки / Д. И. Еремин, Н. А. Груздева. – Текст: электронный // Почвоведение. – 2018. – № 7. – С. 826-835. – DOI: 10.1134/S0032180X18070110.

12. Чупрова, В. В. Состояние земельных ресурсов Красноярского края в показателях устойчивого землепользования / В. В. Чупрова, Н. Л. Кураченко, А. А. Шпедт [и др.]. – Текст: непосредственный // Роль науки в развитии сельского хозяйства Приенисейской Сибири. – Красноярск, 2008. – С. 52-56.

13. Сорокина, О. А. Трансформация серых почв при лесном и агрогенном воздействии в условиях Сибири: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Сорокина О. А. – Красноярск, 2006. – 30 с. – Текст: непосредственный.

14. Еремин, Д. И. Агрогенная трансформация чернозема выщелоченного Северного Зауралья: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Еремин Д. И. – Тюмень, 2012. – 34 с. – Текст: непосредственный.

15. Груздева, Н. А. Динамика содержания и запасов гумуса в агросерых лесных почвах Северного Зауралья / Н. А. Груздева, С. Г. Котченко, Д. И. Еремин. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2017. – № 3 (96). – С. 16-19.

References

1. Rzaeva V.V. Osnovnaya obrabotka pochvy – problema i perspektivy v Severnom Zaurale / V.V. Rzaeva, A.V. Melnikov, L.A. Oznobikhina, N.V. Fisunov, V.A. Fedotkinn // Agrarnyy vestnik Urala. – 2010. – No. 6 (72). – S. 44-47.

2. Perfilov N.V. Osnovnaya obrabotka i plodородie temno-seroy lesnoy pochvy v Severnom Zaurale // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. – 2011. – No. 11-12. – S. 19-25.

3. Abramov N.V., Sherstobitov S.V. Differentsirovannoe vnesenie udobreniy s ispolzovaniem sput-

nikovoy navigatsii / N.V. Abramov, S.V. Sherstobitov // *Agrokimiya*. – 2018. – No. 9. – S. 40-49.

4. Loginov Yu.P. Sorta polevykh kultur, rayonirovannye v Tyumenskoy oblasti: uchebnoe posobie / Yu.P. Loginov, G.V. Tobolova, A.A. Kazak. – Tyumen, 2014. – 123 s.

5. Lyubimova A. Laboratory varietal control as a guarantee of successful work of agribusiness in Russia / A. Lyubimova, D. Eremin // *MATEC Web of Conferences*, 170. pp. 04015, 2018. DOI: 10.1051/mateconf/201817004015.

6. Eremin D.I. Produktivnost zernovogo s zanyatym parom sevooborota pri ispolzovanii mineralnykh udobreniy v Severnom Zaurale: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Tyumen, 2002. – 22 s.

7. Renev E.P. Otsenka osnovnykh pokazateley plodorodiya pochv naibolee prigodnykh dlya rashireniya pakhotnykh ugodiy v Tyumenskoy oblasti / E.P. Renev, D.I. Eremin, D.V. Eremina // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2017. – T. 31. – No. 4. – S. 27-31.

8. Kotchenko S.G., Voronin A.Ya. Dinamika plodorodiya pakhotnykh pochv Tyumenskoy oblasti / S.G. Kotchenko, A.Ya. Voronin // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2016. – No. 7. – S. 41-43.

9. Abramov N.V. Sistema osnovnoy obrabotki seroy lesnoy pochvy v podtaezhnoy zone Severnogo Zauralya / N.V. Abramov, I.I. Pominov // *Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*. – 2007. – No. 2 (170). – S. 5-11.

10. Karetin L.N. Pochvy Tyumenskoy oblasti. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1990. – 285 s.

11. Eremin D.I. Izmenenie gumusovogo sostoyaniya serykh lesnykh pochv vostochnoy okrainy Zauralskogo Plato pod deystviem dlitelnoy raspashki / D.I. Eremin, N.A. Gruzdeva // *Pochvovedenie*. – 2018. – No. 7. – S. 826-835. DOI: 10.1134/S0032180X18070110.

12. Chuprova V.V. Sostoyanie zemelnykh resursov Krasnoyarskogo kraya v pokazatelyakh ustoychivogo zemlepolzovaniya / V.V. Chuprova, N.L. Kurachenko, A.A. Shpedt, O.A. Ulyanova, O.A. Sorokina, Yu.V. Babichenko, Yu.P. Kovaleva // *Rol nauki v razvitii selskogo khozyaystva Prieniseyskoy Sibiri*. – Krasnoyarsk, 2008. – S. 52-56.

13. Sorokina O.A. Transformatsiya serykh pochv pri lesnom i agrogenom vozdeystvii v usloviyakh Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – Krasnoyarsk, 2006. – 30 s.

14. Eremin D.I. Agrogennaya transformatsiya chernozema vyshchelochennogo Severnogo Zauralya: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – Tyumen, 2012. – 34 s.

15. Gruzdeva N.A. Dinamika sodержaniya i zapasov gumusa v agroserykh lesnykh pochvakh Severnogo Zauralya / N.A. Gruzdeva, S.G. Kotchenko, D.I. Eremin // *Plodorodie*. – 2017. – No. 3 (96). – S. 16-19.



УДК 631:582.663

М.А. Пазин, О.Б. Константинова
M.A. Pazin, O.B. Konstantinova

ОЦЕНКА ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЛЕСОСТЕПИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ АМАРАНТА НА ЗЕРНО

THE EVALUATION OF HYDROTHERMAL CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE KEMEROVO REGION FOR CULTIVATION OF AMARANTH FOR GRAIN

Ключевые слова: амарант, сумма осадков, гидротермический коэффициент (ГТК), степень увлажнения, среднесуточная температура воздуха, сумма эффективных температур, сумма активных температур, запасы продуктивной влаги, агротехнические приемы, условия возделывания.

Keywords: amaranth, precipitation amount, hydrothermal coefficient, moistening degree, average daily air temperature, accumulated effective temperatures, productive moisture, agronomic practices, cultivation conditions.