

ванных доз минеральных удобрений в оптимальные сроки, включение в севооборот бобовых трав – клевера на фоне минимизации почвенной обработки способствовало увеличению урожайности культур звена севооборота и показателей эффективности: уровня рентабельности, условно чистого дохода (прибыли).

Литература:

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

Literature:

1. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. M.: Kolos, 1979. 416 p.

УДК [633.72:631.67:631.445.35] (470.621) DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10414

Добежина С.В.

**ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ УРЕАЗЫ В БУРЫХ
ЛЕСНЫХ СЛАБОНЕНАСЫЩЕННЫХ ПОЧВАХ АДЫГЕИ
ПОД ЧАЙНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ ПРИ ОРОШЕНИИ**

Добежина Светлана Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Россия

E-mail: svetlanadob@yandex.ru

В статье приводятся результаты оценки влияния мелкодисперсного орошения чайных плантаций в предгорных условиях Адыгеи на уреазную активность почв. Установлено, что активность фермента уреазы является нестабильным параметром в динамике листового периода чая и зависит от осадков и, соответственно, влажности почвы.

На основании множественного корреляционно-регрессионного анализа получена математическая модель: $Y = 0,791 + 1,509 X_1 + 0,7344 X_2$, где Y – активность уреазы в мг NH_3 на 100 г почвы; X_1 – влажность почвы в слое 0–60 см, %; X_2 – осадки, мм. Выборочный множественный коэффициент корреляции $R_b = 0,90933$ значим, связь между результативным признаком и совокупностью факториальных признаков, включенных в регрессионную модель, тесная.

Согласно полученной модели, при увеличении влажности почвы на 1% активность уреазы возрастает на 1,509 мг NH_3 . Выявлена положительная корреляция с этими показателями (коэффициент парной корреляции между активностью уреазы и осадками составил $r = 0,89$, влажностью почвы $r = 0,68$).

Орошение чайных плантаций способствует активизации фермента уреазы.

Однако в период сильной засухи степень обогащенности почвы этим ферментом характеризовалась как бедная от 30 до 100 мг NH_3 на 100 г почвы за 24 часа, что свидетельствует об ингибирующем эффекте стрессового фактора на активность данного фермента.

Ключевые слова: ферментативная активность почвы, уреазы, бурая лесная слабонасыщенная почва, чай, Адыгея, мелкодисперсное орошение, влажность почвы, корреляционно-регрессионный анализ.



Для цитирования: Добежина С.В. / Динамика активности уреазы в бурых лесных слабонасыщенных почвах Адыгеи под чайными насаждениями при орошении // Новые технологии. 2019. Вып. 4(50). С. 143-152. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10414.

Dobezhina S.V.

**DYNAMICS OF UREASE ACTIVITY IN BROWN
FOREST LOW-SATURATED SOILS OF ADYGEA UNDER
TEA PLANTS DURING IRRIGATION**

Dobezhina Svetlana Vladimirovna, Candidate of Biology, a senior researcher
FSBSI «All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops», Russia
E-mail: svetlanadob@yandex.ru

The article presents the results of assessing the effect of fine irrigation of tea plantations in the foothills of Adygea on the urease activity of soils. It has been established that the activity of the urease enzyme is an unstable parameter in the dynamics of the leaf collection period of tea and depends on precipitation and, accordingly, on soil moisture. The mathematical model has been obtained as a result of multiple correlation and regression analysis: $Y = 0.791 + 1.509 X_1 + 0.7344 X_2$, where Y is the urease activity in mg of NH_3 per 100 g of soil; X_1 is soil moisture in the layer of 0-60 cm, %; X_2 is precipitation, mm.

The sample multiple correlation coefficient of $R_b = 0.90933$ is significant, the relationship between the resultant trait and the totality of factorial traits included in the regression model is close. According to the obtained model, the urease activity increases by 1.509 mg of NH_3 with an increase in soil moisture by 1%. A positive correlation has been found with these indicators (the pair correlation coefficient between the urease activity and precipitation is $r = 0.89$, soil moisture $r = 0.68$). Irrigation of tea plantations contributes to the activation of the urease enzyme.

However, during a period of severe drought, the degree of enrichment of the soil with this enzyme is characterized as poor from 30 to 100 mg of NH_3 per 100 g of soil in

24 hours, which indicates the inhibitory effect of the stress factor on the activity of this enzyme.

Key words: *soil enzymatic activity, urease, brown forest slightly unsaturated soil, tea, Adygea, fine irrigation, soil moisture, correlation and regression analysis.*

For citation: Dobezhina S.V. / Dynamics of urease activity in brown forest low-saturated soils of Adygea under tea plants during irrigation // Novye Tehnologii. 2019. Issue. 4(50). P. 143-152. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10414.

Одновременно с решением задач по достижению высокой продуктивности, качественной и конкурентоспособной продукции чайной отрасли в Республике Адыгея, необходимо решать сопряженные экологические задачи по контролю влияния интенсификации чаеводства на состояние почвенного плодородия.

В природно-климатических условиях Адыгеи получать стабильно высокие урожаи чайного листа без орошения и внесения минеральных удобрений невозможно [1, 2, 3]. Однако, гидромелиоративная практика показывает, что орошение высокими поливными нормами часто приводит к снижению уровня почвенного плодородия (происходит вымывание питательных элементов, потеря гумуса). Даже в результате кратковременного переувлажнения снижается аэрация, ингибируются аэробные процессы, что крайне неблагоприятно для культурных растений.

Водно-воздушный режим в почве в значительной степени определяет численность микроорганизмов, накопление ферментов, которые в совокупности характеризуют интенсивность и направленность биохимических процессов, протекающих в почве [4].

Одним из основных критериев оценки плодородия почвы является ее биологическое состояние, которое характеризуется широким спектром показателей. Для диагностических целей наиболее информативными являются показатели ферментативной активности почв. Почвенные ферменты легко изменяют свою активность под воздействием внешних физико-химических факторов: температуры, влажности, pH почвы, количества органического вещества как питательного субстрата для микроорганизмов. Ферменты способны сохранять активность и функционировать при неблагоприятных условиях дефицита влаги и элементов питания, то есть в тех условиях, когда микробная деятельность обычно подавлена [5, 6].

Поскольку ферменты более чувствительны даже к незначительным изменениям условий среды, чем используемые общепринятые физико-химические методы, то по флуктуациям их активности можно установить изменение экологиче-

ского состояния почв в условиях орошения и оценить уровень воздействия изучаемого фактора на почвенное плодородие [7, 8].

В почве содержится до тысячи ферментов, но наибольший интерес для почв под чайными насаждениями представляет фермент уреазы, участвующий в регуляции азотного обмена в почве, поскольку чай – листосборная культура, которая выносит большое количество азота с зеленой массой урожая. Кроме того, уреазы относятся к числу наиболее информативных показателей и из ферментов азотного обмена изучена лучше других [9, 10].

Цель исследования – изучить влияние мелкодисперсного орошения на активность фермента уреазы в почвах под чайными насаждениями в предгорных условиях Адыгеи.

Материал и методы исследования

Исследования проведены в 2016-2018 гг. в Майкопском районе на базе Адыгейского филиала ФГБНУ ВНИИЦиСК.

Объектом исследований явились орошаемые и неорошаемые бурые лесные слабоненасыщенные почвы под чайными насаждениями. В качестве фона была отобрана почва лесного ценоза, находящегося в непосредственной близости от чайной плантации.

Мелкодисперсный полив осуществлялся в критические для чайного растения периоды, сопровождающийся высокими температурами воздуха (30-38°C) и отсутствием осадков. В 2016 году: с 13.07 по 16.07 и с 02.08 по 05.08. В 2017 году: 11.07 по 14.07; 07.08 по 10.08. В 2018 году: 02.07 по 05.07; 14.08 по 17.08.

Исследования проведены на фоне внесения минеральных удобрений (N250P100K100 кг/га д.в.). Удобрения внесены согласно методическим указаниям по технологии возделывания чая: перед началом вегетации (в апреле) внесено 60% азота, 100% фосфора и калия с заделкой в почву, подкормка (40 % азота) проведена в июне. Дозы удобрений установлены после агрохимического обследования почвы опытного участка с учётом урожайности плантации и уровня обеспеченности элементами питания перед закладкой опыта, согласно существующим рекомендациям [12, 13].

Ферментативную активность почв изучали на примере уреазы. Почвенные образцы отбирались на глубину 0-20, 20-40, 40-60 см в динамике листосборного периода растений чая (май, июль, август, сентябрь). В июле и августе почвенные образцы отобраны после поливов. Активность уреазы определялась по методике И.Н. Ромейко и С.М. Малинской [14].

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. Образцы почвы отбирали на глубину корнеобитаемого слоя 0,6 м, послойно через 0,1 м на стационарных площадках одновременно с отбором образцов для определения

ферментативной активности [15]. Анализ метеорологических показателей проведен по данным метеостанции Майкопской опытной станции (МОС) ВИР. Обработка результатов исследований проведена с применением пакета программ Statistika-6.0 и Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение.

Анализ погодных условий 2016-2018 гг. показал, что наиболее благоприятным для культуры чая по осадкам был 2016 год – за вегетационный период выпало 704 мм осадков. Вегетационный период 2017 года по температурным условиям отличался коротким листосборным периодом июнь-август (осадков выпало 476 мм). В сентябре рост чая полностью прекратился из-за сильных перепадов ночных и дневных температур 5°C и 25°C, соответственно. Самый засушливый из 3-х лет исследований был 2018 год (осадков выпало 395 мм), в августе наблюдалась сильная атмосферная засуха с высокими температурами воздуха до +37-38°C.

В исследуемый период без орошения (на контроле) выявлена тесная корреляционная связь между урожайностью и количеством выпавших осадков за период вегетации ($r = 0,989$).

Орошение способствовало увеличению продуктивности чайных насаждений в среднем за 3 года на 65 %. Средняя урожайность на контроле составила 34 ц/га, при орошении – 56 ц/га.

Своевременный мелкодисперсный полив способствовал поддержанию запасов почвенной влаги в корнеобитаемом слое в диапазоне (72-85 % от НВ), благоприятном для растений чая. Без полива влажность в засушливые периоды снижалась до 57-48 %.

Уреазная активность почвы изменялась в зависимости от метеоусловий года и орошения (рис. 1). Особенно отчетливо прослеживается влияния осадков на активность уреазы в начале вегетации в мае.

В 2018 году за апрель выпало 50,8 мм осадков, за май – 61,2 мм, степень обогащенности этим ферментом характеризовалась как бедная от 30 до 100 мг NH_3 на 100 г почвы за 24 часа (по шкале оценки степени обогащенности почв ферментами по Д.Г. Звягинцеву [8]). Тогда как в 2016 и 2017 гг. осадков за май выпало 176,8 мм и 184,5 мм, соответственно и степень обогащенности почв уреазой классифицировалась как среднеобогатенная (100-300 мг NH_3 на 100 г почвы за 24 часа).

Исследованиями Д.В. Струковой и Л.С. Малюковой [9] в условиях субтропиков России при изучении сезонной динамики активности фермента уреазы показано, что наибольшие значения этого показателя характерны для весенних месяцев, в летний период (июль-август) наблюдалось снижение активности фермен-

та, что связано с тем, что весной в почве зоны влажных субтропиков складываются наиболее благоприятные гидротермические условия.

Следует отметить, что активность уреазы после поливов в июле и августе была существенно выше, чем на контроле. Однако в период сильной засухи степень обогащенности почвы уреазой классифицировалась как низкая, что свидетельствует об ингибирующем эффекте стрессового фактора на активность данного фермента. По-видимому, мелкодисперсный полив, не достаточно повысил влагозапасы в почве для оптимального уровня активности уреазы.

В конце вегетации в сентябре самые низкие показатели уреазной активности были отмечены в 2017 году, когда сумма осадков была минимальна (29 мм).

Для установления зависимости уровня уреазной активности от влажности почвы и осадков проведен корреляционно-регрессионный анализ и получено уравнение регрессии:

$$Y = 0,791 + 1,509 X_1 + 0,7344 X_2, \quad (1)$$

где Y – активность уреазы в мг NH_3 на 100 г почвы; X_1 – влажность почвы в корнеобитаемом слое 0-60 см, %; X_2 – осадки, мм.

Выборочный множественный коэффициент корреляции $R_b = 0,90933$ значим, связь между результативным признаком и совокупностью факториальных признаков, включенных в регрессионную модель, тесная.

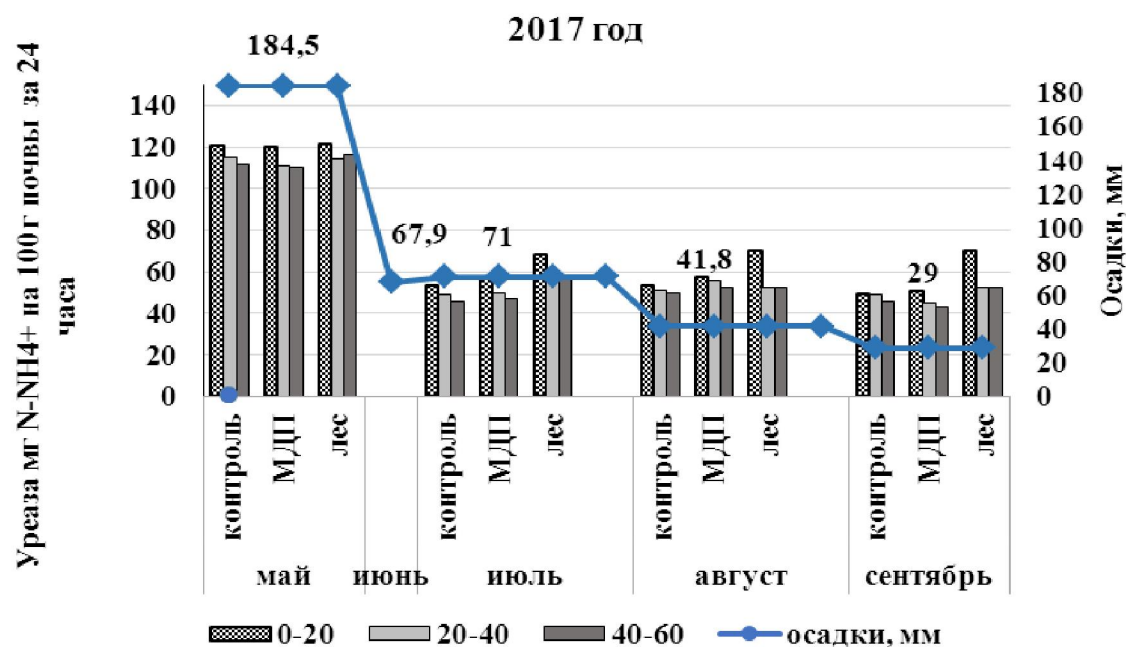
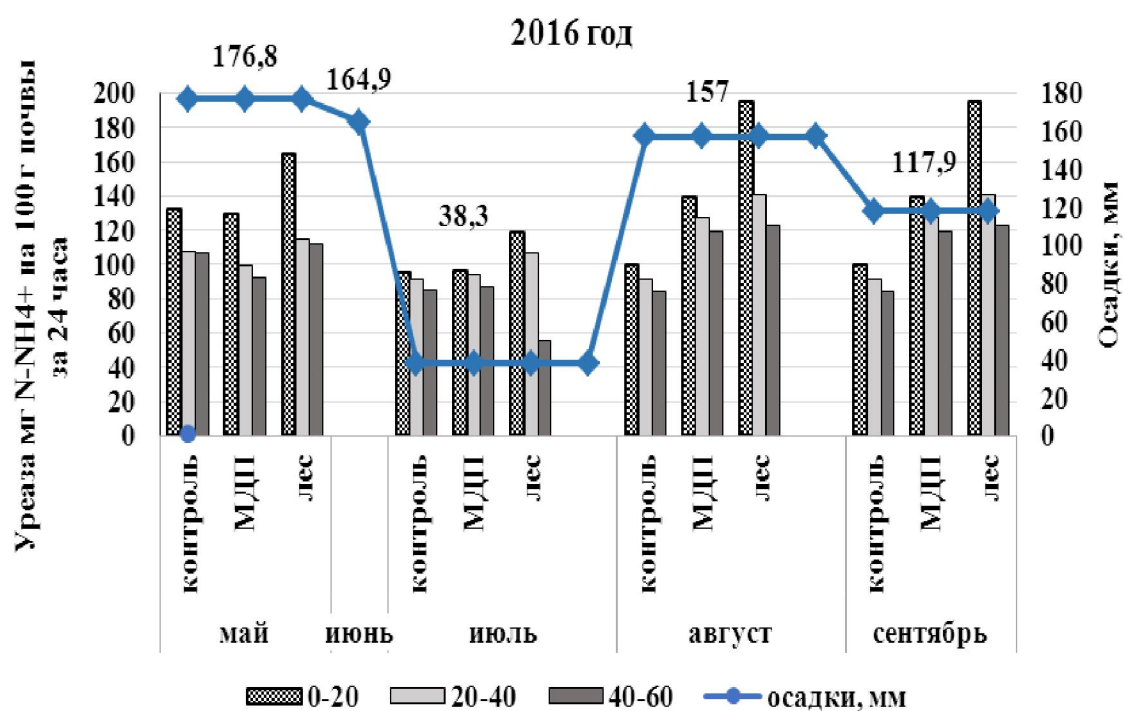
Согласно полученной математической модели (1), при увеличении влажности почвы на 1% активность уреазы возрастает на 1,509 мг NH_3 . Коэффициенты парной корреляции представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Парные коэффициенты корреляции, характеризующие тесноту взаимосвязи активности фермента уреазы с осадками и влажностью почвы

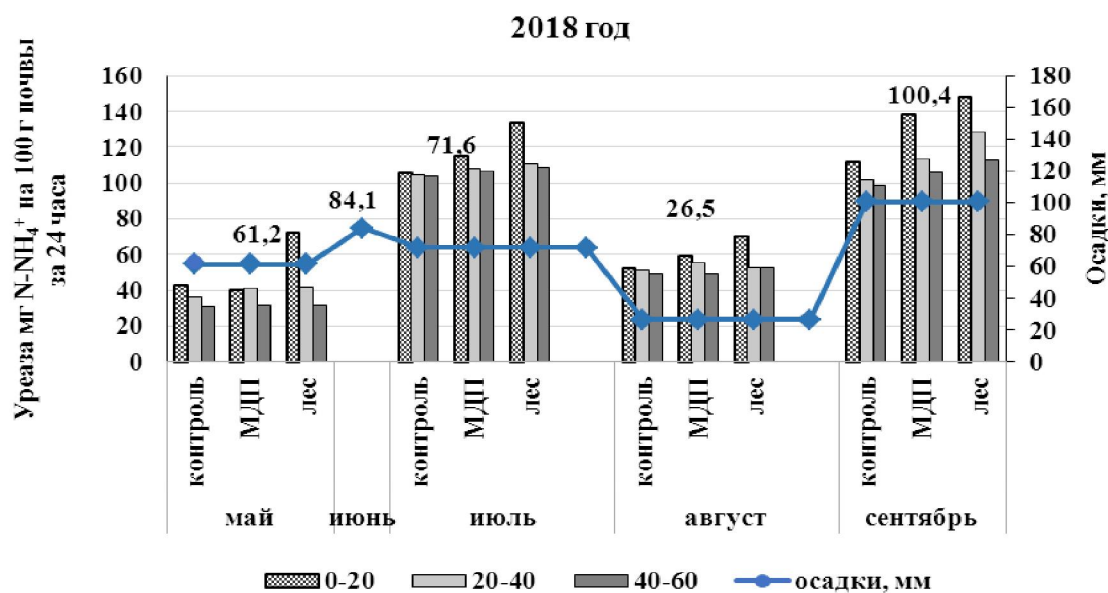
Активность уреазы в мг NH_3 на 100 г почвы за 24 часа	Влажность, %	Осадки, мм
Y	X_1	X_2
	0,68	0,89

Следовательно, осадки и, соответственно, влажность почвы являются факторами, регулирующими уровень уреазной активности почв.

На рисунке 1 для сравнительной оценки приведены данные уреазной активности почвы лесного ценоза, которые отличаются наибольшими показателями, по сравнению с почвой чайной плантации. Сезонная динамика обусловлена главным образом колебаниями гидротермического режима и микробиологической активности почвы.



Мелкодисперсный полив осуществлялся в критические для чайного растения периоды, сопровождающиеся высокими температурами воздуха 30-38°C и отсутствием осадков.



2016 год: 13.07-16.07; 02.08-05.08.

2017 год: 11.07-14.07; 07.08-10.08.

2018 год: 02.07-05.07; 14.08-17.08.

Рис. 1. Уреазная активность бурой лесной слабонасыщенной почвы в динамике листосборного периода, 2016-2018 гг.

Выводы

Водный режим является одним из основных компонентов экологических условий, регулирующих почвенные процессы, вследствие чего между осадками, влажностью почвы и ее ферментативной активностью существует прямая зависимость. Уреазная активность почвы в агроценозе чайной плантации является варьирующим параметром и зависит от гидротермических условий. Установлена положительная корреляция с осадками ($r = 0,89$) и, соответственно, с влажностью почвы ($r = 0,68$).

На фоне применения мелкодисперсного орошения в периоды недостаточной влагообеспеченности происходит активизация почвенной уреазы, способствующей повышению доступности азота.

Литература:

1. Добежина С.В., Беседина Т.Д., Пчихачев Э.К. Особенности водного и питательного режима растений чая в условиях Адыгеи // Новые технологии. 2017. Вып. 3. С. 93-104.
2. Добежина С.В. Изучение агроэкологических особенностей культуры чая в условиях Адыгеи для разработки инновационной технологии возделывания //

Инновационные процессы в науке и образовании: монография / под ред. Г.Ю. Гуляева. Пенза: Наука и Просвещение, 2017. С. 168-184.

3. Влияние мелкодисперсного орошения на урожай и показатели качества чайного листа в условиях Адыгеи / Добежина С.В. [и др.] // Новые технологии. 2018. Вып. 4. С. 201-208.

4. Абрамян С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение. 1992. №7. С. 70-82.

5. Некоторые механизмы реализации научных принципов создания устойчивых агроэкосистем в субтропическом земледелии // Биоресурсы, биотехнологии, экологически безопасное развитие агропромышленного комплекса: сборник научных трудов. Вып. 40 / Малюкова Л.С. [и др.], под ред. А.В. Рындина. Сочи, 2007. С. 232-248.

6. Влияние систем удобрения на ферментативную активность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / Лапа В.В. [и др.] // Почвоведение и агрохимия. 2012. №2(49). С. 187-200.

7. Швакова Э.В. Использование показателей ферментативной активности почв в почвенно-экологическом мониторинге // Потенциал современной науки. 2015. №4(12). С. 62-66.

8. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2007. 237 с.

9. Звягинцев Д.Г. Биология почв и их диагностика // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М.: Наука, 1976. С. 175-189.

10. Струкова Д.В., Малюкова Л.С. Некоторые показатели биологической активности бурых лесных кислых почв чайной плантации субтропиков России // Агрохимический вестник. 2010. №6. С. 5-9.

11. Струкова Д.В. Биологическая активность бурых лесных почв агроценозов чая, персика, фундука при длительном применении минеральных удобрений в условиях Черноморского побережья России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2014. 23 с.

12. Методические указания по технологии возделывания чая в субтропической зоне Краснодарского края / сост. Т.П. Алексеева [и др.]. Сочи: НИИГСиЦ, 1977. 80 с.

13. Малюкова Л.С., Козлова Н.В. Система удобрений плантаций чая в субтропиках России. Сочи: ГНУ ВНИИЦиСК, 2010. 45 с.

14. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ин-т биологии Уфим. НЦ. М.: Наука, 2005. 252 с.

15. Практикум по почвоведению / под ред. Н.Ф. Ганжары. М.: Агроконсалт, 2002. 280 с.

Literature:

1. Dobezhina S.V., Besedina T.D., Pchikhachev E.K. Features of water and nutrient regime of tea plants in Adygea // *New technologies*. 2017. Issue. 3. P. 93-104.
2. Dobezhina S.V. The study of the agroecological characteristics of tea culture in the conditions of Adygea for the development of innovative cultivation technology // *Innovative processes in science and education: a monograph* / ed. by G.Yu. Gulyaev. Penza: Science and Enlightenment, 2017. P. 168-184.
3. The influence of fine irrigation on the crop and quality indicators of tea leaf in the conditions of Adygea / Dobezhina S.V. [et al.] // *New technologies*. 2018. Issue. 4. P. 201-208.
4. Abrahamyan S.A. The change in the enzymatic activity of the soil under the influence of natural and anthropogenic factors // *Soil Science*. 1992. No. 7. P. 70-82.
5. Some mechanisms for implementing the scientific principles of creating sustainable agroecosystems in subtropical agriculture // *Bioresources, biotechnologies, environmentally safe development of the agro-industrial complex: collection of scientific papers*. Vol. 40 / Malyukova L.S. [et al.], ed. by A.V. Ryndin. Sochi, 2007. P. 232-248.
6. The effect of fertilizer systems on the enzymatic activity of sod-podzolic light loamy soil / Lapa V.V. [et al.] // *Soil science and Agrochemistry*. 2012. No. 2(49). P. 187-200.
7. Shvakova E.V. The use of indicators of the enzymatic activity of soils in soil-ecological monitoring // *The potential of modern science*. 2015. No. 4 (12). P. 62-66.
8. Motuzova G.V., Bezuglova O.S. *Ecological monitoring of soils*. M.: Academic Project; Gaudeamus, 2007. 237 p.
9. Zvyagintsev D.G. *Biology of soils and their diagnostics* // *Problems and methods of biological diagnostics and indication of soils*. M.: Nauka, 1976. P. 175-189.
10. Strukova D.V., Malyukova L.S. Some indicators of biological activity of brown forest acidic soils of tea plantation in subtropics of Russia // *Agrochemical Bulletin*. 2010. No. 6. P. 5-9.
11. Strukova D.V. *Biological activity of brown forest soils of agrocenoses of tea, peach, hazelnuts with long-term use of mineral fertilizers in the conditions of the Black Sea coast of Russia: abstr. dis. ... Cand. of Biology*. M., 2014. 23 p.
12. *Guidelines for the technology of cultivation of tea in the subtropical zone of the Krasnodar Territory* / comp. by T.P. Alexeeva [et al.]. Sochi: NIIGSiTS, 1977. 80 p.
13. Malyukova L.S., Kozlova N.V. *The fertilizer system of tea plantations in the subtropics of Russia*. Sochi: SSI VNIITsiSK, 2010. 45 p.
14. Khaziev F. Kh. *Methods of soil Enzymology* / Institute of Biology Ufim. SC. M.: Nauka, 2005. 252 p.
15. *Workshop on Soil science* / ed. by N.F. Ganzhara. M.: Agroconsult, 2002. 280 p.