

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.77>

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТА УРЕАЗЫ ПРИ МИНИМАЛИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ЦЧР

Научная статья

Гармашов В.М.^{1,*}, Гармашова Л.В.²

²ORCID : 0000-0001-8628-9615;

^{1,2} Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева, Воронеж, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (garmashov.63[at]mail.ru)

Аннотация

В исследованиях, выполненных с целью изучения динамики уреазной активности чернозема обыкновенного при освоении ресурсосберегающих приемов обработки почвы в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР установлено, что минимализация обработки почвы, в том числе и нулевая обработка в агроценозе зернопропашного севооборота, не приводят к снижению уреазной активности чернозема обыкновенного, но при этом возрастает зависимость активности фермента от погодных условий вегетационного периода, что связано с дифференциацией почвенного профиля – сосредоточением органического вещества растительных остатков в поверхностном слое. Коэффициент вариации этого показателя возрастает до $V=32\%$, при значении его в условиях вспашки $V=27\%$, на залежи $V=21\%$, что влияет на стабильность процессов формирования плодородия почвы.

Ключевые слова: минимализация обработки почвы, активность уреазы, нулевая обработка, ферментативная активность чернозема обыкновенного.

UREASE ENZYME ACTIVITY DURING MINIMAL TILLAGE IN THE SOUTH-EAST OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

Research article

Garmashov V.M.^{1,*}, Garmashova L.V.²

²ORCID : 0000-0001-8628-9615;

^{1,2} Voronezh Federal Agrarian Scientific Center named after V.V. Dokuchaev, Voronezh, Russian Federation

* Corresponding author (garmashov.63[at]mail.ru)

Abstract

In the research carried out to study the dynamics of urease activity of ordinary chernozem during the development of resource-saving methods of tillage in the soil and climatic conditions of the south-east of the Central Black Earth Region, it was found that the minimum tillage, including zero tillage in the agroecosystem of a grain-tilled crop rotation, do not lead to a decrease in urease activity of ordinary chernozem, but it increases the dependence of enzyme activity on weather conditions of the vegetation period, which is associated with differentiation of the soil profile. The coefficient of variation of this parameter increases to $V=32\%$, with its value in the conditions of plowing $V=27\%$, in the fallow $V=21\%$, which affects the stability of soil fertility formation processes.

Keywords: minimum tillage, urease activity, zero tillage, enzymatic activity of ordinary chernozem.

Введение

В условиях тотального роста стоимости энергоносителей, в земледелии страны все большее распространение получают энергосберегающие агротехнологии, основанные на уменьшении механического воздействия на почву, вплоть до полного отказа от обработки, что видно по научным публикациям [1], [2], [3]. При этом прослеживается значительная разноречивость информации, касающейся эффективности использования этих обработок, и особенно прямого посева, что подтверждает высокую актуальность вопроса для современного земледелия [4], [5], [6].

В исследованиях ряда ученых отмечено, что при минимизации и особенно при no-till создается дефицит минерального азота, и усиливается дифференциация корнеобитаемого слоя по содержанию питательных веществ [7], [8], [9]. Как известно, в процессах формирования азотного режима в почве значительное значение отводится уреазе ферменту, катализирующему гидролитическое расщепление связи между азотом и углеродом в молекулах органических веществ.

В связи с этим целью наших опытов было изучить уреазную активность чернозема при минимизации и нулевой обработке.

Методы и принципы исследования

Многолетние наблюдения проводили в условиях юго-востока ЦЧР (Центрально-Черноземный район), в стационаре отдела адаптивно-ландшафтного земледелия ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева» в течение ротации восьмипольного зернопропашного севооборота на черноземе обыкновенном тяжелосуглинистом с показателями слоя 0-30 см: гумус – 6,48%, валовой азот – 0,36%, валовой фосфор – 0,35%, валовой калий – 1,85, pH_{KCl} – 6,99.

Наблюдения за уреазной активностью почвы проводились с пролонгирующим действием применения изучаемых обработок: традиционной в регионе – систематической отвальной на 20-22 см (контроль), систематической поверхностной на глубину 6-8 см, нулевой и залежи.

Изучение обработок проводили в севообороте: бобовые – озимая пшеница – кукуруза на зерно – яровые зерновые – горохо-осяная смесь – озимая пшеница – подсолнечник – яровые зерновые.

Каждый год, в течение восьми лет, в начале и конце вегетации проводили отбор и подготовку почвенных образцов согласно требованиям [11], [12]. Активность уреазы определяли методом, основанном на учете количества аммиака, образующегося при гидролизе карбамида, в двукратной повторности [12], [13].

Математическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета прикладных программ Excel на персональном компьютере.

Годы исследований характеризовались разнообразными метеоусловиями, с гидротермическим коэффициентом (ГТК) за май-сентябрь в пределах 0,46-1,09 охватывая весь спектр возможной погоды, в полном объеме представляя климат ЦЧЗ.

Основные результаты

Исследования показали, что в агроценозе изучаемого севооборота приемы обработки почвы оказывают незначительное влияние на активность уреазы. Среднегодовое ее количество в слое 0-20 см. колебалось по изучаемым вариантам от 218,9 мг. на 100 г. почвы при систематической вспашке на глубину 20-22 см до 244,1 мг. на 100 г почвы на варианте с по-till, при количестве уреазы 214,4 мг. на 100 г. почвы на залежи (рис. 1).

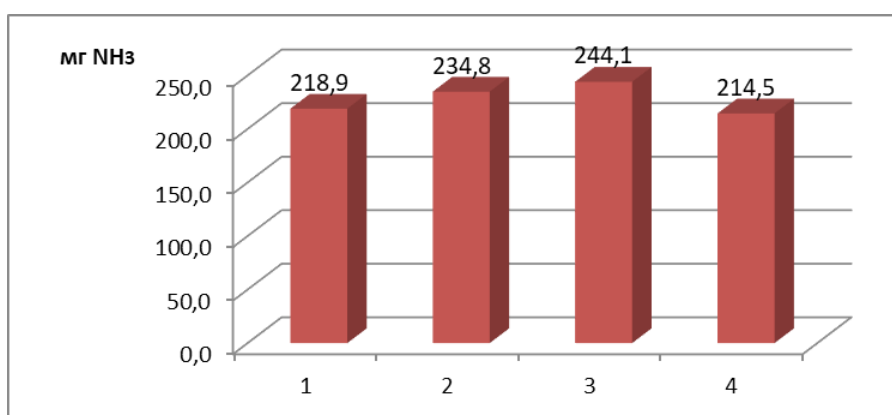


Рисунок 1 - Среднегодовое количество уреазы при различных приемах обработки почвы и на залежи:

1 – вспашка на глубину 20-22 см; 2 – обработка КПЭ-3,8 на глубину 6-8 см; 3 – по-till; 4 – залежь

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.77.1>

Примечание: мг/100 г почвы за 24 часа

Однако необходимо отметить, что применение ресурсосберегающих и нулевой обработок ведет к некоторому повышению активности уреазы, что обусловлено повышением плотности сложения почвы и возрастанием содержания недоокисленных форм азота (аммиачного азота).

Анализ результатов многолетних мониторинговых наблюдений динамики изменения уреазной активности чернозема свидетельствует, что активность уреазы зависит как от метеорологических условий в годы проведения исследований, агроценозов севооборота, так и от механического воздействия на почву (рис. 2).

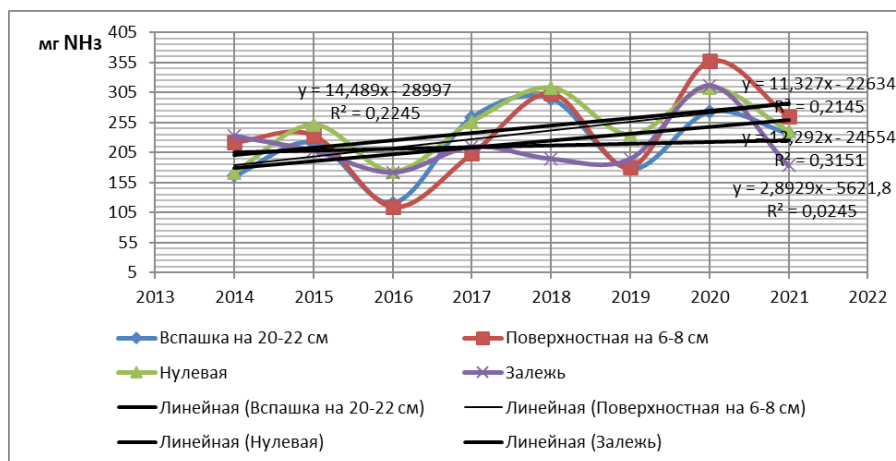


Рисунок 2 - Уреазная активность при минимизации обработки и на залежи
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.77.2>

Примечание: мг/100 г почвы за 24 часа

Статистической обработкой данных выявлено, что в почвенно-климатических условиях места проведения опытов активность уреазы имеет обратную зависимость от гидротермических условий, складывающихся в летний сезон. В меньшей мере эта зависимость проявляется при обработке с оборотом пласта ($r = -0,42$) и на залежи ($r = -0,30$), когда профиль почвы хорошо насыщен пожнивными и корневыми остатками с равномерным их распределением. Это прослеживается и по меньшей вариации уреазной активности по годам проведения исследований $V = 27\%$ и $V = 21\%$ соответственно.

Ресурсосберегающие обработки, обуславливающие сосредоточение органических остатков в верхнем слое почвы, способствуют росту зависимости уреазной активности чернозема от метеорологических условий. Здесь отмечается возрастание коэффициента корреляции до $r = -0,45$ при обработке на глубину 6-8 см. и до $r = -0,50$ на варианте без обработки, об этом также свидетельствует вариация этого показателя $V = 32\%$, при значении ее в условиях вспашки $V = 27\%$, на залежи $V = 21\%$.

При обработке почвы с оборотом пласта уреазная активность в меньшей мере зависела от содержания влаги в агроземной зоне почвы $r = -0,29$, так как при вспашке создается более мощный горизонт равномерно насыщенный органическим веществом. В пахотный слой дополнительно к корневым остаткам поступают еще и послеуборочные остатки, которые равномерно распределяются во всем 0-22 см. слое почвы, обладающим более надежной влагообеспеченностью в летний период, что обеспечивает более стабильное течение процессов гидролиза мочевины и обеспеченности почвы доступными формами азота.

При снижении глубины и интенсивности механического воздействия на почву ферментативная активность имела более сильную зависимость от погодных условий и влажности почвы, уровень корреляционной связи возрос до сильной ($r = -0,68 \dots -0,76$), что обусловлено созданием почвенного профиля обогащенного органическим веществом в поверхностной части, часто пересыхающей в условиях недостаточного увлажнения при неравномерно выпадающих осадков.

Анализ показателей многолетнего мониторинга уреазной активности чернозема показал, что в агрогенной почве наблюдается тенденция ее возрастания, что связано с увеличением объемов поступления пожнивно-корневых остатков, выращиваемых культур и росте культуры земледелия.

В современных условиях, при актуализации вопроса биологизации земледелия и снижения экологической напряженности в агроландшафтах, является важным сравнить ферментативную активность чернозема используемого в пашне и на залежи. Как свидетельствует регрессионный анализ и тренды (рис. 2), уреазная активность почвы, используемой в сельскохозяйственном производстве, отличается от таковой почв естественной экосистемы. Даже при отказе от обработки почвы земель, используемых в сельскохозяйственном производстве под агроценозами, формирование уреазной активности не приближается к таковой, как в почве залежи. Здесь оказывает влияние однородный тип растительности полевых культур. При этом закономерность изменения уреазной активности агрогенной почвы пашни и при нулевой обработке аналогичны, только при меньших значениях при вспашке, о чем свидетельствуют уравнения регрессии: $y = 11,32x - 22634$ при вспашке и $y = 12,29x - 24554$ при нулевой обработке.

Заключение

В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР минимизация обработки почвы не приводит к снижению уреазной активности чернозема обыкновенного, но при этом ферментативная активность в большей мере зависит от погодных условий вегетационного периода ($r = -0,68 \dots -0,76$), что негативно сказывается на плодородии.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Кирюшин В.И. Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия. / В.И. Кирюшин // Земледелие. — 2019. — 3. — с. 3-7.
2. Дридигер В.К. Эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края / В.К. Дридигер, В.В. Кулинцев, С.А. Измалков и др. // Достижения науки и техники АПК. — 2021. — Т. 35. — 1. — с. 52-56.
3. Поляков Д.Г. Обработка почвы и прямой посев: агрофизические свойства черноземов и урожайность полевых культур. / Д.Г. Поляков // Земледелие. — 2021. — 2. — с. 37-43.
4. Белобров В.П. Изменение физических свойств черноземов при прямом посеве / В.П. Белобров, С.А. Юдин, Н.В. Ярославцева и др. // Почвоведение. — 2020. — 7. — с. 880-890.
5. Гармашов В.М. Биологическая активность чернозема обыкновенного при освоении технологии No-till / В.М. Гармашов, Л.В. Гармашова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2020. — 12(102). — Ч. 1. — с. 131-136.
6. Дорожко Г.Р. Влияние длительного применения прямого сева на основные агрофизические факторы плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны / Г.Р. Дорожко, О.И. Власова, О.Г. Шабалдас и др. // Земледелие. — 2017. — 7. — с. 7-10.
7. Беляева О.Н. Система No-till и ее влияние на доступность азота почв и удобрений: обобщение опыта / О.Н. Беляева // Земледелие. — 2013. — 7. — с. 16-18.
8. Кирюшин В.И. Проблема минимализации обработки почвы: перспективы развития задачи исследования / В.И. Кирюшин // Земледелие. — 2013. — 7. — с. 3-6.
9. Завалин А.А. Азот в черноземах при традиционной технологии обработки и прямом посеве (обзор) / А.А. Завалин, В.К. Дридигер, В.П. Белобров и др. // Почвоведение. — 2018. — 12. — с. 1-10. — DOI: 10.1134 | S0032180X18120146.
10. Notron J.B. Loss and Recovery of Soil Organic Carbon and Nitrogen in a Semiarid Agroecosystem / J.B. Notron, J. Eusebleus, M. Notron et al. // Soil Organic Society of America Journal. — 2012. — 76(2). — p. 505-514.
11. Даденко Е.В. Изменение ферментативной активности при хранении почвенных образцов / Е.В. Даденко, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников и др. // Почвоведение. — 2009. — 2. — с. 1481-1486.
12. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. — М.: Наука, 2005. — 252 с.
13. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 304 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kiryushin V.I. Aktual'ny'e problemy' i protivorechiya razvitiya zemledeliya [Actual problems and contradictions of the development of agriculture]. / V.I. Kiryushin // Zemledelie [Agriculture]. — 2019. — 3. — p. 3-7. [in Russian]
2. Dridiger V.K. Jeffektivnost' tehnologii No-till v zasushlivoj zone Stavropol'skogo kraja [Efficiency of No-till technology in the arid zone of the Stavropol Territory] / V.K. Dridiger, V.V. Kulincev, S.A. Izmalkov et al. // Dostizhenija nauki i tehniki APK [Achievements of science and technology of the agro—industrial complex]. — 2021. — Vol. 35. — 1. — p. 52-56. [in Russian]
3. Polyakov D.G. Obrabotka pochvy' i pryamoj posev: agrofizicheskie svoystva chernozemov i urozhajnost' polevy'x kul'tur [Tillage and direct sowing: agrophysical properties of chernozems and yield of field crops]. / D.G. Polyakov // Zemledelie [Agriculture]. — 2021. — 2. — p. 37-43. [in Russian]
4. Belobrov V.P. Izmenenie fizicheskikh svoystv chernozemov pri prjamom poseve [Change of physical properties of chernozems during direct sowing] / V.P. Belobrov, S.A. Judin, N.V. Jaroslavceva et al. // Pochvovedenie [Soil science]. — 2020. — 7. — p. 880-890. [in Russian]
5. Garmashov V.M. Biologicheskaja aktivnost' chernozema obyknovennogo pri osvoenii tehnologii No-till [Biological activity of ordinary chernozem during the development of No-till technology] / V.M. Garmashov, L.V. Garmashova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International research journal]. — 2020. — 12(102). — Pt. 1. — p. 131-136. [in Russian]
6. Dorozhko G.R. Vlijanie dlitel'nogo primeneniya prjamogo seva na osnovnye agrofizicheskie faktory plodorodija pochvy i urozhajnost' ozimoy pshenicy v usloviyah zasushlivoj zony [Influence of long-term application of direct sowing on the main agrophysical factors of soil fertility and yield of winter wheat in arid zone conditions] / G.R. Dorozhko, O.I. Vlasova, O.G. Shabalidas et al. // Zemledelie [Agriculture]. — 2017. — 7. — p. 7-10. [in Russian]
7. Beljaeva O.N. Sistema No-till i ee vlijanie na dostupnost' azota pochv i udobrenij: obobshhenie opyta [The No-till system and its impact on the availability of soil nitrogen and fertilizers: generalization of experience] / O.N. Beljaeva // Zemledelie [Agriculture]. — 2013. — 7. — p. 16-18. [in Russian]

8. Kirjushin V.I. Problema minimalizacii obrabotki pochvy: perspektivy razvitija zadachi issledovanija [The problem of minimizing tillage: prospects for the development of the research task] / V.I. Kirjushin // Zemledelie [Agriculture]. — 2013. — 7. — p. 3-6. [in Russian]
9. Zavalin A.A. Azot v chernozemah pri tradicionnoj tehnologii obrabotki i prjamom poseve (obzor) [Nitrogen in chernozems with traditional processing technology and direct sowing (review)] / A.A. Zavalin, V.K. Dridiger, V.P. Belobrov et al. // Pochvovedenie [Soil science]. — 2018. — 12. — p. 1-10. — DOI: 10.1134 | S0032180X18120146. [in Russian]
10. Notron J.B. Loss and Recovery of Soil Organic Carbon and Nitrogen in a Semiarid Agroecosystem / J.B. Notron, J. Eusebleus, M. Notron et al. // Soil Organic Society of America Journal. — 2012. — 76(2). — p. 505-514.
11. Dadenko E.V. Izmenenie fermentativnoj aktivnosti pri hranenii pochvennyh obrazcov [Changes in enzymatic activity during storage of soil samples] / E.V. Dadenko, K.Sh. Kazeev, S.I. Kolesnikov et al. // Pochvovedenie [Soil science]. — 2009. — 2. — p. 1481-1486. [in Russian]
12. Haziev F.H. Metody pochvennoj jenzimologii [Methods of soil enzymology] / F.H. Haziev. — M.: Nauka, 2005. — 252 p. [in Russian]
13. Zvjagincev D.G. Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii [Methods of soil microbiology and biochemistry] / D.G. Zvjagincev. — M.: Publishing House of Moscow State University, 1991. — 304 p. [in Russian]