

References

1. Vasil'ev, O. A. Pochvennyj pokrov parka «Roshcha SHupashkar» g. CHEboksary CHuvashskoj Respubliki / O. A. Vasil'ev // Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2018. – № 2 (5). – S. 5-9.
2. Vasil'ev, O. A. Pochvy glavnogo ovraga ovrazhnoj sistemy «Veernyj» g. CHEboksary CHuvashskoj Respubliki / O. A. Vasil'ev // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 4 (48). – S. 7-12.
3. Vasil'ev, O. A. Pochvy kateny severnoj chasti g. CHEboksary / O. A. Vasil'ev // Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2018. – № 3 (6). – S. 9-16.
4. Vasil'ev, O. A. Pochvy parka kul'tury i otdyha «Kosmos» goroda CHEboksary CHuvashskoj Respubliki / O. A. Vasil'ev // Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2018. – № 1 (4). – S. 5-10.
5. Zajceva N. N. Posledejstvie tverdyh produktov biogazovoj ustanovki na urozhajnost' i kachestvo yarovoj pshenicy / N. N. Zajceva, N. A. Fadeeva // Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2019. – № 1 (8). – S. 27-31.
6. Zajceva, N. N. Proizvodstvo ekologicheski chistoj sel'skohozyajstvennoj produkcii i produktov pitaniya v malyh kategoriyah hozyajstv s sozdaniem ekologicheski bezopasnyh uslovij truda i sredy obitaniya / N. N. Zajceva, V.N. Gavrilov, A. M. Novikov // Agroekologicheskie i organizacionno-ekonomicheskie aspekty sozdaniya i effektivnogo funkcionirovaniya ekologicheski stabil'nyh territorij: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – CHEboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2017. – S.379-385.
7. Il'ina, T. A. Agroekologicheskij monitoring zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya CHuvashskoj Respubliki / T. A. Il'ina, A. N. Il'in, O. A. Vasil'ev // Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya agropromyshlennogo kompleksa i social'noj infrastruktury sela: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu FGBOU VO CHuvashskaya GSKHA. – CHEboksary: CHGSKHA, 2016. – S. 142-145.
8. Il'ina, T. A. Ekologicheskoe sostoyanie agrolandshaftov i osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij CHuvashskoj Respubliki: monografiya / T. A. Il'ina, O. A. Vasil'ev. – CHEboksary: Tipografiya IP Sorokina A. V. «Novoe vremya», 2011. – 153 s.

Information about the authors

1. **Zaytseva Natalya Nikolaevna**, applicant, General Director of "Atalanu" LLC, Kanashsky district of the Chuvash Republic, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29; e-mail: atalanu@mail.ru; tel. 8903-3882-25;
2. **Vasilyev Oleg Aleksandrovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Land Management, Cadastres and Ecology, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marx str., 29, e-mail: vasiloleg@mail.ru, tel. (8352) 62-06-19, 8-905-19-777-81.

УДК332.3:631.482.1:631.42

DOI: 10.17022/0gxd-tr97

УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЙ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМОВ ОПОДЗОЛЕННЫХ

В.И. Каргин¹⁾, Р.А. Захаркина²⁾, М.М. Гераськин³⁾, В.В. Карпович³⁾

¹⁾Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,
Саранск, Российская Федерация

²⁾Саранский кооперативный институт,
филиал Российского университета кооперации,
430027, Саранск, Российская Федерация

³⁾Государственный университет по землеустройству,
105064, Москва, Российская Федерация

Аннотация. Изменение свойств черноземов оподзоленных происходит при их продолжительном сельскохозяйственном использовании, поэтому необходимо сбалансировать процесс продукционного и культурного почвообразования. Объектом исследования являлись черноземы оподзоленные Республики Мордовия, где на постоянных площадках располагались реперные участки, имеющие государственный статус. Использование пашни без применения органического вещества привело к снижению содержания гумуса в пахотном слое. Исследования подтвердили, что на неблагоприятные изменения условий гумификации и дальнейшее проявление признаков деградационных процессов влияет длительное сельскохозяйственное использование черноземов оподзоленных при применении только минеральных удобрений. Изменение количества поглощенного кальция и магния можно выразить с помощью нелинейного уравнения при невысоком коэффициенте вариации. Обращает на себя внимание высокая вариабельность изменений количества обменного магния (коэффициент вариации 27,1–27,9 %) по годам наблюдений. Этот факт свидетельствует о значительном антропогенном воздействии на почву. В пахотном слое имеется наибольшее количество

нитратов. В зависимости от глубины их содержание уменьшается. За исследуемый промежуток времени этот показатель постепенно снижался, что связано с интенсивным поглощением нитратов мятликовыми травами даже без внесения минеральных удобрений. Было зафиксировано также снижение содержания азота в течение вегетационного периода. Динамика содержания нитратов подчиняется общим закономерностям, но при возделывании различных растений имеет свои особенности. Черноземы оподзоленные имеют достаточно высокий потенциал, и при их использовании, даже на фоне внесения невысоких доз минеральных удобрений, значительно повышается урожайность и улучшается качество зерна. При разработке проектов землеустройства необходимо учитывать влияние черноземов оподзоленных на продуктивность и качество растениеводческой продукции, что повлияет на урожайность и качество зерна, а при их использовании в хозяйствах – к повышению безопасности растениеводческой продукции.

Ключевые слова: землеустройство, чернозем оподзоленный, продуктивность, качество растениеводческой продукции.

Введение. Изменение свойств черноземов оподзоленных происходит при их продолжительном сельскохозяйственном использовании, поэтому необходимо сбалансировать процесс продукционного и культурного почвообразования. Плодородие почв и их основные показатели могут меняться как в лучшую, так и в худшую стороны в случае резкого увеличения интенсивности процессов биогеохимического цикла [1], [2], [3].

Одной из причин низкой продуктивности почв является их деградация [4], то есть практически необратимые в реальных масштабах времени процессы, связанное с человеческой деятельностью [5–10].

В условиях активного агротехнологического воздействия на почвенный покров возрастает значимость общегосударственного экологического контроля, предусмотренного «Концепцией развития государственного мониторинга земель» [11]. Изучение изменений свойств почвенного покрова проводилось путем сопоставления изучаемых объектов с их аналогами, в процессе которого были установлены период времени, в течение которого происходили эти изменения, а также условия, на них повлиявшие [12–15].

Постоянные наблюдения позволяют спрогнозировать процессы, которые будут происходить в будущем в зависимости от видов хозяйственной деятельности, и их влияние на безопасность почв, масштабы потенциальных потерь и ухудшение качества урожая, выращенного на них [11].

Цель нашей научной работы – изучение черноземов оподзоленных Республики Мордовия. Состояние почвенного покрова оценивалось в сравнении с параметрами свойств черноземов оподзоленных, близких к исследуемым.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись черноземы оподзоленные Республики Мордовия, где на постоянных площадках располагались реперные участки (РУ), имеющие государственный статус.

1. РУ 7. Октябрьский район, ГУП РМ Республики Мордовия «Луховское». Участок площадью 26 га был заложен в 1998 г. В 1998–2007 гг. поле было занято кострцом безостым, в 2009 г – озимой пшеницей, в 2010–2011 гг. – ячменем, в 2012 г. – овсом и в 2008 г. поле находилось под чистым паром.

2. РУ 13. Рузаевский район КФК «Демкин». Участок площадью 71 га был заложен в 1994 г. В течение 7 лет (36,9 %) на участке выращивали ячмень, 3 года (15,8 %) – озимую пшеницу, 2 года (10,5 %) – просо, 4 года (21,0 %) – овес, 3 года (15,8 %) поле находилось под чистым паром. Зерновые в структуре посевных площадей занимали 84,2 %.

Наблюдения, анализы и расчеты производились по общепринятым методикам. Полученный экспериментальный материал анализировался с помощью статистических методов обработки информации.

Результаты исследований и их обсуждение. Использование пашни без применения органических веществ привело к снижению содержания гумуса в пахотном слое. Уровень гумуса может значительно меняться: коэффициент вариации этого показателя составляет 6,7–9,5 %, а размах его значений достигает 1,6–3,1 % (табл. 1), что связано с влиянием агрогенного и природного факторов.

Таблица 1 – Содержание гумуса в черноземах оподзоленных Республики Мордовия в слое 0-25 см в 1994-2012 гг.

№ РУ	Содержание гумуса в пахотном слое, %	Размах, %	V, %	Уравнение регрессии
7	$\frac{7,1-10,2}{8,4\pm 0,22}$	3,1	9,5	$Y=9,12-0,09X$
13	$\frac{6,4-8,0}{7,1\pm 0,11}$	1,6	6,7	$Y=7,45-0,04X$

Полученные показатели многолетних наблюдений были сгруппированы по отдельным периодам. Содержание гумуса в пахотном слое за время наблюдений в Рузаевском районе снизилось на 4,2 %, а в Октябрьском – на 15,0 % (табл. 2).

Таблица 2 – Изменение содержания гумуса в пахотном слое черноземов по отдельным периодам, %

№ РУ	1994–1998	1999–2003	2004–2008	2009–2012
7	–	<u>8,3–10,2</u> 9,2±0,32	<u>7,4–8,5</u> 8,0±0,22	<u>7,1–8,5</u> 8,0±0,31
13	<u>6,8–7,66</u> 7,19±0,14	<u>6,9–8,0</u> 7,52±0,2	<u>6,4–7,4</u> 6,77±0,24	<u>6,6–7,4</u> 6,9±0,19

Наши исследования доказали, что на неблагоприятные изменения условий гумификации и дальнейшее проявление признаков деградационных процессов влияет длительное сельскохозяйственное использование черноземов оподзоленных при применении только минеральных удобрений.

Реакция почвенного раствора отражает интенсивность биологических и биохимических процессов. За исследуемый период произошло подкисление почв. Тренд реакции почвенного раствора можно представить с помощью уравнений регрессии (табл. 3), зафиксировавших тот факт, что на всех реперных участках происходило снижение этого показателя. Негативная направленность в изменении реакции почвенного раствора сохранилась до конца наблюдений. Так, по сравнению со средним показателем за 1994–2012 гг. в 2009–2012 гг. снижение рН составило от 0,2 до 0,8 ед. Повышение кислотности в значительной степени может быть связано с инфильтрационными потерями обменных оснований и отсутствием известкования в годы наблюдений (табл. 4).

В период наших исследований изменение количества поглощенного кальция и магния за 2004–2012 гг. рассчитывалось с помощью нелинейного уравнения при невысоком коэффициенте вариации/

Обращает на себя внимание высокая вариабельность изменений количества обменного магния (коэффициент вариации 27,1–27,9 %) по годам наблюдений. Этот факт свидетельствует о значительном антропогенном воздействии на почву.

Таблица 3 – Колебания реакции почвенного раствора черноземов оподзоленных в слое 0–25 см за 1994–2012 гг.

№ РУ	рН	Размах	V, %	Уравнение регрессии
7	<u>4,6–5,3</u> 4,8±0,05	0,7	3,9	Y=4,85–0,0009X
13	<u>5,4–7,3</u> 5,8±0,1	1,9	7,1	Y=6,27–0,04X

Таблица 4 – Динамика рН_{сол} пахотного слоя чернозема оподзоленного

№ РУ	Средние показатели по периодам				
	1994–1998	1999–2003	2004–2008	2009–2012	1994–2012
7	<u>5,3–6,7</u> 6,1±0,3	<u>5,3–7,2</u> 6,2±0,4	<u>5,1–5,6</u> 5,3±0,1	<u>5,9–6,4</u> 6,1±0,12	<u>5,2–7,2</u> 5,95±0,14
13	<u>5,8–7,5</u> 6,5±0,4	<u>5,8–6,1</u> 5,9±0,05	<u>5,5–6,6</u> 5,9±0,3	<u>5,5–6,0</u> 5,8±0,12	<u>5,5–7,5</u> 6,1±0,14

Проведенные исследования зафиксировали снижение содержания поглощенного кальция на 6,6–18,5 %, но увеличение количества магния на РУ 7 на 15,2 %, хотя на РУ 13 произошло его снижение на 12,2 % (табл. 5).

Таблица 5 – Динамика уровня поглощенных оснований чернозема оподзоленного на реперных участках, мг-экв/100 г почвы

№ РУ	Средние показатели по периодам		
	1999–2003	2004–2008	2009–2012
Ca ²⁺			
7	<u>17,2–25,1</u> 21,0±1,35	<u>15,0–24,8</u> 20,1±1,88	<u>16,2–23,4</u> 19,7±2,02
13	<u>20,5–22,9</u> 21,1±0,3	<u>16,7–22,7</u> 20,6±1,3	<u>14,7–20,0</u> 17,8±1,2
Mg ²⁺			
7	<u>3,1–6,5</u> 4,6±0,6	<u>2,7–5,5</u> 4,2±0,6	<u>3,6–6,3</u> 5,3±0,6
13	<u>3,4–6,8</u> 4,6±0,6	<u>2,7–4,6</u> 3,6±0,5	<u>3,0–5,2</u> 4,1±0,5

В метровом слое почвы содержание обменного кальция снижалось по сравнению с фоновыми показателями. На реперном участке 7 оно снизилось на 38,0 %, на реперном участке 13 – на 7,0 %. Содержание обменного магния в метровом слое реперного участка 7 снизилось за исследуемый период на 29,3 %, а на реперном участке 13 выросло на 5,7 %.

Уровень урожайности в значительной мере определяется содержанием в почве подвижного азота. На реперном участке 7 при возделывании многолетних трав его содержание в течение вегетационного периода менялось незначительно, что обусловлено особенностями его потребления растениями в течение вегетационного периода.

Поле в исследуемый период находилось под кострецом безостым. С 1999 по 2006 гг. происходило постепенное снижение содержания подвижных форм азота, поскольку в этот период не применяли азотные удобрения. В слое 0–60 см в 1999–2002 гг. его количество составляло 19,6–21,5 мг/кг, в 2003–2006 гг. уровень подвижного азота снизился на 36,1–57,8 %. Наибольшее его количество отмечалось в летний период. Если принять за 100 % весенние запасы, то летом в 1999–2002 гг. они составили 102,4 %, а в 2003–2006 гг. – 18,8 %. В осенний период их количество снижалось.

Достаточно высокое содержание подвижного азота было зафиксировано в подпахотных слоях. В среднем за 1999–2006 гг. в слое 0–20 см его количество составляло 17,4–21,7 мг/кг почвы, в слое 21–40 см – 16,7–20,5 мг/кг, то есть снижение составило 5,9–6,0 %. В слое 41–60 см его уровень был на 29,2–44,7 % ниже, чем в пахотном слое.

Таким образом, наибольшее количество нитратов содержалось в пахотном слое. В зависимости от глубины их содержание уменьшалось. За исследуемый промежуток времени этот показатель постепенно снижался, что связано с интенсивным поглощением нитратов мятликовыми травами в случае отсутствия минеральных удобрений. Отмечено также снижение содержания азота в течение вегетационного периода.

На реперном участке 13 возделывались в основном зерновые культуры, под которые вносились минеральные удобрения. Почва интенсивно обрабатывалась, в результате чего более активно происходили процессы разложения органического вещества. Содержание нитратов в слое 0–60 см на этом участке было выше, чем на РУ 7, в 1,5–1,8 раза.

За 1994–2006 гг. содержание нитратов постепенно снизилось. Весной снижение составило 41,1 %, летом – 71,7 %, а осенью – в 2,1 раза.

Отмечено достаточно высокое содержание подвижного азота в подпахотных слоях. В среднем за 1994–2006 гг. в слое 0–20 см его количество составляло 31,4–40,1 мг/кг почвы, в слое 21–40 см оно уменьшилось на 22,2–35,3 %, а в слое 41–60 см – на 45,4–89,7 %, то есть по сравнению с РУ 7 здесь происходило более резкое снижение содержания нитратов, что связано с биологическими особенностями возделываемых растений.

Следовательно, процесс изменения содержания нитратов подчиняется общим закономерностям, но при возделывании различных растений имеет свои особенности.

Содержание подвижных форм фосфора на различных участках варьируется в широких пределах. Коэффициент вариации этого показателя на РУ 7 составил 66,5 % (при среднем значении уровня фосфора за 1999–2012 гг. 154,6 мг/кг); на РУ 13 – 34,5 % (при среднем значении за 1994–2012 гг. 189,3 мг/кг).

Содержание подвижного фосфора за исследуемый период увеличилось на РУ 7 на 59,3 %, а на РУ 13 – на 58,1 %. Содержание обменного калия на РУ 7 снизилось на 5,7 %, что связано с большим выносом этого элемента многолетними травами, а на РУ 13 – увеличилось на 79,6 %.

Зависимость содержания фосфора и калия в почве от количества вносимых удобрений была незначимой.

В исследовании были использованы условные зерновые единицы. Это связано с необходимостью сравнивать те или иные результаты, так как на участках возделывались различные культуры (табл. 6).

Таблица 6 – Урожайность сельскохозяйственных культур при длительном использовании пашни, т/га зерновых единиц

Годы	$X_{\min}-X_{\max}$	$X_{\text{ср}}\pm S_{\text{ср}}$	Y, %	Уравнение регрессии
РУ 7				
1998–2003	0,61–1,63	1,06±0,17	38,4	$Y = 1,4 - 0,1X$
2004–2008	0,91–1,89	1,3±0,21	38,4	$Y = -0,47 + 1,6X$
2009–2012	1,45–3,51	2,67±0,46	38,4	$Y = 3,75 - 0,43X$
1998–2012	0,61–3,51	1,59±0,24	38,4	$Y = 0,61 + 0,13X$
РУ 13				
1994–1998	1,22–1,44	1,33±0,04	7,7	$Y = 1,28 + 0,06X - 0,01X^2$
1999–2003	1,56–2,84	2,24±0,26	23,4	$Y = 1,56 + 0,27X$
2004–2008	1,49–2,38	1,95±0,26	22,9	$Y = -0,69 + 2,82X - 0,64X^2$
2009–2012	1,63–2,51	2,13±0,2	18,7	$Y = 1,62 + 0,2X$
1994–2012	1,22–2,84	1,87±0,13	27,8	$Y = 1,3 + 0,07X$

При применении уравнений регрессии было зафиксировано, что урожайность полевых культур за исследуемый период повысилась вследствие улучшения обработки почвы, использования современных средств защиты растений и т. д.

Урожайность озимой пшеницы по годам отличалась значительной изменчивостью (табл. 7). Коэффициент вариации по отдельным участкам составляет 21,9 – 35,8 %. Урожайность зависит от агрохимических свойств почвы, погодных условий, количества и качества внесенных минеральных и азотных удобрений. В среднем за годы исследований этот показатель составлял 2,51 т/га.

Таблица 7 – Урожайность, т/га, и качество зерна, %, полевых культур

№ РУ	Число лет	Урожайность	Протеин	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Магний	Клетчатка	Зола
Озимая пшеница										
7	1	<u>1,56–3,24</u>	<u>8,81–</u> <u>14,88</u>	<u>1,41–</u>	<u>0,16–</u> <u>0,68</u>	<u>0,49–</u>	<u>0,13–</u>	<u>0,45–</u> <u>1,29</u>	<u>2,92–4,33</u>	<u>1,47–</u> <u>8,86</u>
13	3	2,51 ±0,36	12,13 ±1,29	2,0±0,25	0,37 ±0,11	0,62±0,1	0,29±0,1	0,73 ±0,28	3,51±0,33	3,78 ±1,73
Ячмень										
7	2	<u>1,24–3,51</u>	<u>9,69–</u> <u>21,94</u>	<u>1,55–</u>	<u>0,24–</u> <u>0,39</u>	<u>0,46–</u> <u>0,97</u>	<u>0,15–</u> <u>0,46</u>	<u>0,23–</u> <u>0,87</u>	<u>4,04–</u> <u>13,51</u>	<u>0,66–</u> <u>9,39</u>
13	7	2,12 ±0,01	13,79 ±1,31	2,1±0,14	0,31 ±0,02	0,79 ±0,05	0,34 ±0,04	0,60 ±0,09	7,50±1,03	3,18 ±0,84
Просо										
13	2	<u>1,57–1,60</u>	<u>12,76–</u> <u>13,80</u>	<u>2,21–</u> <u>2,64</u>	<u>0,34–</u> <u>0,41</u>	<u>0,59–</u> <u>1,05</u>	<u>0,37–</u> <u>0,62</u>	–	<u>4,39–5,90</u>	<u>2,5–</u> <u>8,82</u>
		2,51 ±0,36	13,28 ±0,52	2,42 ±0,21	0,37 ±0,03	0,82 ±0,23	0,49 ±0,12		5,14±0,75	5,66 ±3,16
Овес										
7	1	<u>1,53–3,14</u>	<u>9,69–</u> <u>13,75</u>	<u>1,55–</u> <u>2,21</u>	<u>0,26–</u> <u>0,74</u>	<u>0,63–</u> <u>1,22</u>	<u>0,22–</u> <u>0,54</u>	<u>0,57–</u> <u>0,68</u>	<u>3,62–</u> <u>11,15</u>	<u>1,62–</u> <u>3,72</u>
13	4	2,17 ±0,29	11,92 ±0,65	1,89 ±0,11	0,45 ±0,08	0,94±0,1	0,42 ±0,06	0,61 ±0,03	7,9±1,31	2,84 ±0,36
Кострец безостый										
7	10	<u>1,23–3,78</u>	<u>5,25–</u> <u>17,88</u>	<u>0,84–</u> <u>2,86</u>	<u>0,14–</u> <u>1,01</u>	<u>1,07–</u> <u>2,63</u>	<u>0,45–</u> <u>1,15</u>	<u>0,16–</u> <u>0,84</u>	<u>25,74–</u> <u>34,71</u>	<u>6,69–</u> <u>14,34</u>
		2,25 ±0,26	11,6 ±1,12	1,85 ±0,18	0,45 ±0,1	1,74 ±0,14	0,84 ±0,07	0,55 ±0,1	29,96 ±0,87	9,33 ±0,7

Продуктивность ячменя зависела от предшественников, количества внесенных удобрений и метеорологических условий. Средняя урожайности ячменя составляла 2,12 т/га и колебалась в пределах от 1,24 до 3,51 т/га. Максимальная урожайность ячменя была получена в 2011 г. на реперном участке 7, где вносилось полное минеральное удобрение. Достаточно высокий урожай обеспечил овес. Средняя урожайность составляла 2,17 т/га, диапазон вариативности которой колебался от 1,53 до 3,14 т/га, что было связано с систематическим внесением под эту культуру минеральных удобрений.

Кроме урожайности зерна, важным показателем качества является его химический состав. Изучение основных элементов питания в зерне позволило сделать вывод, что содержание протеина существенно варьировалось по годам (в зерне озимой пшеницы – от 8,81 до 14,88 %). При выращивании пивоваренного ячменя особое значение имеет накопление в нем протеина, которое зависит как от складывающихся погодных условий, так и от внесения минеральных удобрений: оно менялось от 9,69 до 21,94 %. Количество азота зависело от уровня содержания протеина. Наиболее высокой концентрация протеина и азота была в зернах проса. Содержание фосфора в зерне озимой пшеницы, ячменя и проса мало отличалось друг от друга и составляло 0,31–0,37 %. Наибольшее количество фосфора накапливалось у овса – 0,45 %. Самое низкое содержание кальция было у озимой пшеницы и ячменя, более высокое – у проса и овса. Содержание азота, фосфора и калия, как правило, выше в вегетирующих частях растений. По мере их роста содержание этих макроэлементов снижается.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что черноземы оподзоленные имеют достаточно высокий потенциал, и при их использовании, даже на фоне внесения невысоких доз минеральных удобрений, значительно повышается урожайность и улучшается качество зерна.

В условиях возрастающей антропогенной нагрузки получение безопасной растениеводческой продукции становится главной задачей отрасли. Содержание нитратов в продукции находилось в пределах нормы, в побочной продукции их уровень оказался гораздо выше, чем в основной.

В целях повышения безопасности растениеводческой продукции и улучшения экономической эффективности при использовании черноземов оподзоленных необходимо разработать проекты внутрихозяйственного землеустройства, базирующиеся на агроландшафтной основе. Для этого необходимо учитывать результаты проведенных исследований, конкретные природные условия, экономическое состояние предприятий, организаций, крестьянских (фермерских) хозяйств, занимающихся на этих землях сельскохозяйственным производством [16].

Одновременно при разработке проектов землеустройства необходимо решать вопросы, касающиеся организации систем севооборотов, устройства их территории, размещения полей, а также кормовых угодий [17].

Внедрение разработанных проектов землеустройства, а также организация комплекса мероприятий, предусмотренных ими, целенаправленно изменяет природные и сельскохозяйственные ландшафты, пространственно-функциональную структуру природной среды земельного фонда и, как результат, позволяет более рационально использовать территорию, повышать эффективность использования земель [18].

Выводы.

1. Содержание гумуса в пахотном слое изменялось в зависимости от вида возделываемых культур. При использовании угодий в течение 10 лет (РУ 7) увеличивалось содержание гумуса на 34,0 % по сравнению с исходным. При преобладании зерновых культур (84,2 %) происходило снижение содержания гумуса.

2. Реакция почвенного раствора в пахотном слое, благодаря природной высокой буферной способности, оставалась близкой к нейтральной. В более низких слоях почвы происходило подкисление почвенного раствора, что объясняется выносом кальция и отсутствием известкования.

3. Содержание поглощенного кальция и магния в пахотном слое менялось незначительно. Обращает на себя внимание высокая вариабельность содержащейся концентрации обменного магния (коэффициент вариации 27,1–27,9 %) по годам наблюдений, что может быть связано с существенным антропогенным воздействием на почвы. В метровом слое изменение уровня обменного кальция и магния в разные периоды времени зависело от вида возделываемых культур. Под многолетними травами (РУ 7) содержание обменного кальция снижалось на 61,2 %, а обменного магния – на 41,5 %, что объясняется их выносом надземной биомассой. Содержание подвижного фосфора как в пахотном, так и в метровом слое черноземов оподзоленных увеличивалось, что связано с биологическим поглощением этого элемента и выносом из нижележащего слоя. Уровень обменного калия в метровом слое уменьшался из-за значительного выноса этого элемента.

4. При разработке проектов землеустройства необходимо учитывать влияние черноземов оподзоленных на продуктивность и качество растениеводческой продукции, что, в свою очередь, влияет на урожайность и качество зерна, а при использовании в хозяйствах – к повышению безопасности растениеводческой продукции.

Литература

1. Александровский, А. Л. Эволюция почв и географическая среда / А. Л. Александровский, Е. И. Александровская. – Москва: Наука, 2005. – 223 с.
2. Астрадамов, В. И. Эволюция ареалов птиц в связи с агрохозяйственной деятельностью в условиях изменяющегося климата в Среднем Поволжье / В. И. Астрадамов, И. Ф. Каргин, С. Н. Немцев // Доклады Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 2. – С. 44–48.
3. Галеева, Л. П. Изменение свойств черноземов выщелоченных северной лесостепи при различном сельскохозяйственном использовании / Л. П. Галеева // Почвоведение. – 2012. – № 2. – С. 236–249.
4. Геннадиев, А. Н. Почва и время: модели развития / А. Н. Геннадиев. – Москва: Издательство Московского университета, 1990. – 229 с.
5. Гераськин, М. М. Агроландшафтная организация территории сельскохозяйственных предприятий (на примере Республики Мордовия) / М. М. Гераськин. – Москва: Государственный университет по землеустройству, 2008. – 179 с.
6. Гераськин, М. М. Методика микрозонирования территории при агроландшафтном землеустройстве / М. М. Гераськин, М. И. Кудашкин // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 4–6.
7. Гераськин, М. М. Разработка проектов землеустройства и систем земледелия на агроландшафтной основе / М. М. Гераськин, В. И. Каргин, И. Ф. Каргин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 3. – С. 21–23.
8. Данилов, Г. Г. Эффективность периодического углубления пахотного слоя выщелоченного чернозема при разных способах основной обработки / Г. Г. Данилов, И. Ф. Каргин // Почвоведение. – 1979. – № 10. – С. 69–77.
9. Зайдельман, Ф. Р. Деградация почв как результат антропогенной трансформации их водного режима и защитные мероприятия / Ф. Р. Зайдельман // Почвоведение. – 2009. – № 1. – С. 93–105.

10. Захаркина, Р. А. Факторы, влияющие на продовольственную безопасность Республики Мордовия / Р. А. Захаркина // Научное обозрение. – 2014. – № 11(3). – С. 892-895.
11. Захаркина, Р. А. Эффективность использования ресурсов солнечной энергии и влаги посевами озимого тритикале / Р. А. Захаркина, Ю. И. Каргин, А. А. Ерофеев // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 5. – С. 31-33
12. Иванова, Е. Н. Почвенные комплексы сухих степей и их эволюция / Е. Н. Иванова, В. М. Фридланд, А. А. Ерохина // Вопросы улучшения кормовой базы в степной полупустынной и пустынной зонах СССР. – Москва – Ленинград: издательство АН СССР, 1954. – С. 162–190.
13. Каргин, В. И. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на использование влаги посевами озимой пшеницы / В. И. Каргин, А. А. Ерофеев, И. А. Латышова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 11. – С. 14-16.
14. Каргин, И. Ф. Рост корневой системы и влагообеспеченность культурных растений на полях, защищенных лесными полосами / И. Ф. Каргин // Почвоведение. – 1991. – № 5. – С. 69-75.
15. Каргин, И. Ф. Формирование, развитие и управление природными комплексами / И. Ф. Каргин, Р. А. Захаркина, В. И. Каргин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3. – С. 43 - 47.
16. Ковда, В. А. Патология почв и охрана биосферы планеты (препринт) / В. А. Ковда. – Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989. – 35 с.
17. Муха, В. Д. Основные характеристики культурной эволюции почв / В. Д. Муха // Естественная и антропогенная эволюция почв. – Пушино: НЦБИ, 1988. – С. 100–107.
18. Соколов, М. С. Экологический мониторинг здоровья почвы в системе «ОВОС» (методология выбора критериев оценки) / М. С. Соколов, А. И. Марченко // Агрохимия. – 2013. – № 3. – С. 3–18.

Сведения об авторах

1. **Каргин Василий Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, 68; e-mail: karginvi@yandex.ru;
2. **Захаркина Регина Александровна**, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой финансов и бухгалтерского учета, Саранский кооперативный институт, филиал Российского университета кооперации, 430027, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Транспортная, д. 17;
3. **Гераскин Михаил Михайлович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства, Государственный университет по землеустройству, 105064, г. Москва, ул. Казакова, д. 15; e-mail: geraskinmm@yandex.ru;
4. **Карпович Владислав Викторович**, магистрант кафедры землеустройства, Государственный университет по землеустройству, 105064, г. Москва, ул. Казакова, д. 15.

ACCOUNTING CHANGES IN PRODUCTIVITY AND QUALITY OF CROP PRODUCTION PRODUCTS UNDER CONDITIONS OF PODZOLIC BLACK EARTH

V.I. Kargin¹⁾, R.A. Zakharkina²⁾, M.M. Geraskin³⁾, V.V. Karpovich³⁾

¹⁾National Research Ogarev Mordovia State University
430005, Saransk, Russian Federation

²⁾Saransk cooperative Institute (branch) Russian University of cooperation,
430027, Saransk, Russian Federation

³⁾State University of Land Use Planning,
105064, Moscow, Russian Federation

Abstract. *The change in the properties of podzolic black soil occurs during their long-term agricultural use, therefore, it is necessary to balance the process of production and cultural soil formation. The object of the study was the podzolic black soil of the Republic of Mordovia, where fixed sites with state status were located on permanent sites. The use of arable land without the use of organic matter led to a decrease in the humus content in the arable layer. Studies have confirmed that the prolonged agricultural use of podzolic black soil when using only mineral fertilizers affects adverse changes in the conditions of humification and the further manifestation of signs of degradation processes. The change in the amount of absorbed calcium and magnesium can be expressed using a nonlinear equation with a low coefficient of variation. Attention is drawn to the high variability of changes in the amount of exchangeable magnesium (coefficient of variation 27.1–27.9%) over the years of observation. This fact indicates a significant anthropogenic impact on the soil. In the arable layer there is the greatest amount of nitrates. Depending on the depth, their content decreases. Over the studied period of time, this indicator gradually decreased, which is associated with the intensive absorption of nitrates by bluegrass herbs even without the introduction of mineral fertilizers. It was also*

recorded a decrease in nitrogen during the growing season. The dynamics of the nitrate content is subject to general laws, but when cultivating various plants has its own characteristics. Podzolic black soil have a rather high potential, and when they are used, even against the background of applying low doses of mineral fertilizers, crop yields and grain quality improve significantly. When developing land management projects, it is necessary to take into account the effect of podzolic black soil on the productivity and quality of crop products, which will affect the yield and quality of grain, and when used on farms, increase the safety of crop products.

Key words: land management, podzolic black soil, productivity, crop production quality.

References

1. Aleksandrovskij, A. L. Evolyuciya pochv i geograficheskaya sreda / A. L. Aleksandrovskij, E. I. Aleksandrovskaya. – Moskva: Nauka, 2005. – 223 s.
2. Astradamov, V. I. Evolyuciya arealov ptic v svyazi s agrohozyajstvennoj deyatel'nost'yu v usloviyah izmenyayushchegosya klimata v Srednem Povolzh'e / V. I. Astradamov, I. F. Kargin, S. N. Nemcev // Doklady Rossijskoj Akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. – 2012. – № 2. – S. 44–48.
3. Galeeva, L. P. Izmenenie svojstv chernozemov vyshchelochennyh severnoj lesostepi pri razlichnom sel'skohozyajstvennom ispol'zovanii / L. P. Galeeva // Pochvovedenie. – 2012. – № 2. – S. 236–249.
4. Gennadiev, A. N. Pochva i vremya: modeli razvitiya / A. N. Gennadiev. – Moskva: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1990. – 229 s.
5. Geras'kin, M. M. Agrolandshaftnaya organizaciya territorii sel'skohozyajstvennyh predpriyatij (na primere Respubliki Mordoviya) / M. M. Geras'kin. – Moskva: Gosudarstvennyj universitet po zemleustrojstvu, 2008. – 179 s.
6. Geras'kin, M. M. Metodika mikrozonirovaniya territorii pri agrolandshaftnom zemleustrojstve / M. M. Geras'kin, M. I. Kudashkin // Zemledelie. – 2006. – № 4. – S. 4–6.
7. Geras'kin, M. M. Razrabotka proektov zemleustrojstva i sistem zemledeliya na agrolandshaftnoj osnove / M. M. Geras'kin, V. I. Kargin, I. F. Kargin // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. – 2015. – № 3. – S. 21–23.
8. Danilov, G. G. Effektivnost' periodicheskogo uglubleniya pahotnogo sloya vyshchelochennogo chernozema pri raznyh sposobah osnovnoj obrabotki / G. G. Danilov, I. F. Kargin // Pochvovedenie. – 1979. – № 10. – S. 69–77.
9. Zajdel'man, F. R. Degradaciya pochv kak rezul'tat antropogennoj transformacii ih vodnogo rezhima i zashchitnye meropriyatiya / F. R. Zajdel'man // Pochvovedenie. – 2009. – № 1. – S. 93–105.
10. Zaharkina, R. A. Faktory, vliyayushchie na proizvod'stvennyuyu bezopasnost' Respubliki Mordoviya / R. A. Zaharkina // Nauchnoe obozrenie. – 2014. – № 11(3). – S. 892–895.
11. Zaharkina, R. A. Effektivnost' ispol'zovaniya resursov solnechnoj energii i vlagi posevami ozimogo tritikale / R. A. Zaharkina, YU. I. Kargin, A. A. Erofeev // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2011. – № 5. – S. 31–33
12. Ivanova, E. N. Pochvennye komplekсы suhih stepej i ih evolyuciya / E. N. Ivanova, V. M. Fridland, A. A. Erohina // Voprosy uluchsheniya kormovoj bazy v stepnoj polupustynnoj i pustynnoj zonah SSSR. – Moskva – Leningrad: izdatel'stvo AN SSSR, 1954. – S. 162–190.
13. Kargin, V. I. Vliyanie mineral'nyh udobrenij i biopreparatov na ispol'zovanie vlagi posevami ozimoj pshenicy / V. I. Kargin, A. A. Erofeev, I. A. Latyshova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 11. – S. 14–16.
14. Kargin, I. F. Rost kornevoj sistemy i vlogoobespechennost' kul'turnyh rastenij na polyah, zashchishchennyh lesnymi polosami / I. F. Kargin // Pochvovedenie. – 1991. – № 5. – S. 69–75.
15. Kargin, I. F. Formirovanie, razvitie i upravlenie prirodnyimi kompleksami / I. F. Kargin, R. A. Zaharkina, V. I. Kargin // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 3. – S. 43–47.
16. Kovda, V. A. Patologiya pochv i ohrana biosfery planety (preprint) / V. A. Kovda. – Pushchino: ONTI NCBI AN SSSR, 1989. – 35 s.
17. Muha, V. D. Osnovnye harakteristiki kul'turnoj evolyucii pochv / V. D. Muha // Estestvennaya i antropogennaya evolyuciya pochv. – Pushchino: NCBI, 1988. – S. 100–107.
18. Sokolov, M. S. Ekologicheskij monitoring zdorov'ya pochvy v sisteme «OVOS» (metodologiya vybora kriteriev ocenki) / M. S. Sokolov, A. I. Marchenko // Agrohimiya. – 2013. – № 3. – S. 3–18.

Information about the authors

1. **Kargin Vasily Ivanovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Production Technology and Processing of Agricultural Products, National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev, 430005, Republic of Mordovia, Saransk, Bolshevistskaya str., 68; e-mail: karginvi@yandex.ru;

2. **Zaharkina Regina Aleksandrovna**, Candidate of Economic Sciences, Head of the Department of Finance and Accounting, Saransk Cooperative Institute, branch of the Russian University of Cooperation, 430027, Republic of Mordovia, Saransk, Transportnaya str., d. 17;

3. **Geraskin Mikhail Mikhailovich**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management, State University of Land Management, 105064, Moscow, Kazakova str., 15; e-mail: geraskinmm@yandex.ru;

4. **Karpovich Vladislav Viktorovich**, graduate student of the Department of Land Management, State University of Land Management, 105064, Moscow, Kazakova str., 15.

УДК 575.1:633.19(571.13)

DOI: 10.17022/9taq-qv29

КОРРЕЛЯЦИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ

Г.А. Мефодьев, А.Н. Александрова, М.И. Яковлева
Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
428003, Чебоксары, Российская федерация

Аннотация. В новом сорте необходимо сочетать большое количество хозяйственно ценных признаков. Поэтому необходимо оценивать признаки селекционных линий не только по отдельности, но и в комплексе. Для этого в основном применяют метод корреляционного анализа. Большинство сортовых показателей являются количественными, что значительно затрудняет селекционный процесс. Характер проявления таких признаков значительно зависит от особенностей почвенно-климатических условий региона. Изменяющиеся почвенно-климатические условия обуславливают не только вариабельность отдельных признаков, но и парные корреляции. Во время полевых опытов изучались сорта Ульяна, Ровня, Саур, Хайкар и их гибриды. Опыты были заложены в 2018-2019 гг. в шестикратной повторности при полной рандомизации вариантов. Учитывали количественные морфологические признаки, продуктивность и структурные элементы урожая. Целью наших исследований было изучение корреляционных связей хозяйственно ценных признаков селекционных линий яровой тритикале. Очень высокая положительная связь наблюдалась между высотой растений, длиной стебля и длиной междоузлия. Коэффициент корреляции составлял 0,90 и выше. Средняя сила связи оказалась характерна для следующих пар признаков: количество колосков – высота растений ($r = 0,61$), количество колосков – длина стебля ($r = 0,60$), количество колосков – длина междоузлия ($r = 0,56$). Продуктивность растений (масса зерна) в основном зависит от двух признаков. В парах продуктивность – количество стеблей и продуктивность – длина колоса выявлена высокая корреляционная связь. Между остальными парами признаков сила связи была слабой или очень слабой. Для повышения эффективности селекции яровой тритикале в качестве маркера продуктивности рекомендуется использовать такие показатели, как количество стеблей и длина колоса.

Ключевые слова: тритикале яровая, количественные признаки, корреляционный анализ, селекционные линии.

Введение. В новом сорте необходимо сочетать большое количество хозяйственно ценных признаков. Поэтому необходимо оценивать признаки селекционных линий не только по отдельности, но и в комплексе. Для этого в основном применяют метод корреляционного анализа.

Большинство сортовых показателей являются количественными, что значительно затрудняет селекционный процесс. Характер проявления таких признаков значительно зависит от особенностей почвенно-климатических условий региона. Изменяющиеся почвенно-климатические условия обуславливают не только вариабельность отдельных признаков, но и парные корреляции. Так, М. Е. Мухордова изучала парные корреляции и путевые коэффициенты показателей структурных элементов урожая у озимой пшеницы в зависимости от изменяющихся условия внешней среды. Было выявлено существенное влияние погодных условий на изменчивость корреляционных связей между отдельными признаками [3].

Тритикале сейчас является очень ценной перспективной культурой. Коммерческое значение этой культуры обусловлено удачным сочетанием положительных свойств пшеницы и ржи. Вначале тритикале в основном выращивалась для приготовления фуража или зеленой массы из-за легкого усвоения ее крахмала и использовалась как кормовая культура. Затем было выяснено, что содержание белка и аминокислоты лизина у тритикале выше, чем у пшеницы. В связи с этим культура стала более востребованной, и ее начали применять при приготовлении высококачественного хлеба и других хлебобулочных и кондитерских изделий. Эта культура привлекает пристальное внимание, поскольку является эффективным источником растительного топлива – биоэтанола [7].

Тритикале является амфидиплоидом яровой пшеницы и озимой ржи. Поэтому генетика хозяйственно ценных признаков этих культур сильно усложнена [5].

Корреляционные связи между хозяйственно ценными признаками тритикале не раз становились объектом изучения. Так, в исследованиях А. В. Поминова отмечается, что на урожайность растений сильно влияют такие признаки, как количество колосков в колосе, количество семян в колоске и в колосе, масса зерна в одном колосе. Достоверная корреляция была характерна для природы зерна и длины колоса, массы 1000 семян и высоты растений [4].