

УДК 631.4 (470.621)

ББК 40.3

Д-25

*Девтерова Наталья Ильинична, старший научный сотрудник  
ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ»; e-mail: [gnufniish@mail.ru](mailto:gnufniish@mail.ru)*

**ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ  
ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В СЕВООБОРОТЕ**  
(рецензирована)

*В результате многолетних исследований выявлено влияние различных систем удобрений и способов обработок почвы на основные показатели почвенного плодородия чернозема выщелоченного слитого в севообороте.*

*Применение органической оптимальной и органоминеральной повышенной систем удобрений в сочетании с минимизацией почвенной обработки в севообороте обеспечило увеличения содержания гумуса по всем изучаемым слоям, в среднем от 0,1 до 0,5 %.*

**Ключевые слова:** *система удобрений, обработка почвы, севооборот, солома, сидерат, элементы питания, органическое вещество, плодородие.*

*Devterova Natalia Ilinichna, a senior researcher of the FSBSI “Adygh SRIA”;  
e-mail: [gnufniish@mail.ru](mailto:gnufniish@mail.ru).*

**FEATURES OF SOIL TREATMENT AND SYSTEMS OF FERTILIZING  
CHERNOZEM LEACHED DURING CROP ROTATION**  
(reviewed)

*As a result of many years of research, the influence of various fertilizer systems and soil treatment methods on the main indicators of soil fertility of chernozem leached in crop rotation was revealed. The use of organic optimal and organomineral enhanced fertilizer systems combined with minimizing soil processing in crop rotation ensured an increase in the humus content for all the layers studied, on average from 0.1 to 0.5%.*

**Keywords:** *fertilizer system, soil cultivation, crop rotation, straw, siderat, nutrients, organic matter, fertility.*

Интенсивность процессов деградации земель в последние десятилетия повсеместно нарастает. Дегумификация, усиление процессов эрозии, увеличение количества кислых и слабокислых почв – это острые проблемы земледелия Республики Адыгея (РА).

В РА количество пахотных земель с высоким содержанием гумуса (>8) за десятилетний период (1997-2007 г.г.) уменьшилось с 14,1 до 0,5 тыс.га. За 14-летний период (1983-1997г.г.) более 40 тыс.га пашни по группе обеспеченности гумусом перешли в разряд низких [5]. Из 241,2 тыс.га пашни около 188,4 тыс.га отнесены к категории с очень низким (<5,0) и около 25,7 тыс.га с низким содержанием гумуса.

Более 100 тыс.га отнесены к слабокислым (рН<sub>KCl</sub> 5,1-5,5), 59,4 тыс. га к среднекислым. К эрозионно-опасным, в том числе эродированным отнесено 31,2 тыс. га [1].

Адаптивная стратегия сельского хозяйства в сложившихся условиях должна быть направлена на восстановление почвенного плодородия, предотвращение дальнейшего

истощения почв, стабилизацию содержания гумуса, устранение возрастающей кислотности и оптимизацию экологической и экономической ситуации.

Концепция научной деятельности заключается в разработке, усовершенствовании и реализации в сельскохозяйственном производстве эффективных приемов и технологий предотвращения деградационных процессов отмеченных на землях сельхоз назначения РА.

*Материалы и методы.* В стационарном полевом опыте опытного поля Адыгейского НИИСХ исследовалось влияние на агрохимические показатели почвы и урожайность сельскохозяйственных культур отвалной и безотвалной обработок, минеральной, органической и органоминеральной систем удобрений в зернотравяно-пропашном севообороте.

Опыт представлял 10 полей (табл. 1).

Таблица 1 - Размещение культур в севообороте на полях стационарного опыта

№ поля \ Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1995	Уравнительный посев									
1996	ЯО	К <sub>1</sub>	К	ПО	К	ПО	Г/С	ПО	П	ПО
1997	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	ПО	К	ПО	Г/С	ПО	П	ПО	ЯО
1998	К <sub>2</sub>	ПО	К	ПО	Г/С	ПО	П	ПО	ЯО	К <sub>1</sub>
1999	ПО	К	ПО	Г/С	ПО	П	ПО	ЯО	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>
2000	К	ПО	Г/С	ПО	П	ПО	ЯО	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	ПО
2001	ПО	Г/С	ПО	П	ПО	ЯО	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	ПО	К
2002	Г/С	ПО	П	ПО	ЯО	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	ПО	К	ПО
2003	ПО	П	ПО	ЯО	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	ПО	К	ПО	Г/С
2004	П	ПО	ЯО	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	ПО	К	ПО	Г/С	ПО
2005	ПО	ЯО	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	ПО	К	ПО	Г/С	ПО	П
2006	ЯО	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	ПО	К	ПО	Г/С	ПО	П	ПО
2007	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	ПО	К	ПО	Г/С	ПО	П	ПО	ЯО
2008										

Насыщение севооборота зерновыми культурами составило 50% (пшеница озимая – 4 поля, ячмень озимый – 1 поле, в отдельные годы вместо ячменя – овес яровой), многолетними травами – 20% (клевер 1-го и 2-го годов жизни – 2 поля), пропашными и зернобобовыми культурами – 30%, из которых подсолнечник 1 – поле, горох или соя – 1 поле, кукуруза на зерно, силос или зеленый корм 1 – поле [6].

Изучено два приема обработки почвы – вспашка и безотвальная. Испытывались минеральная, органическая и органоминеральная системы удобрений с разными их сочетаниями с четырьмя уровнями доз (табл. 2):

- минеральная минимальная;
- органоминеральная оптимальная;
- органическая оптимальная;
- органоминеральная повышенная [8].

Примечание: обозначение культур в ротационной схеме севооборота:

Пшеница озимая – ПО

Ячмень озимый или овес + клевер – ЯО

Клевер 1-го года – К<sub>1</sub>

Клевер 2-го года – К<sub>2</sub>

Кукуруза на зерно, зеленый корм или силос – К

Горох или соя – Г/С

Подсолнечник – П

Закладывали опыт путем наложения на местность всех полей, используя метод рендомизированных повторений: с последовательным, систематическим размещением повторений по опытному участку, при случайном размещении вариантов внутри повторений [4].

Почвы опытного участка чернозем слитой, выщелоченный, сверхмощный, глинистого механического состава – физической глины свыше 70%.

В горизонте 0-27 см в начале ротации (1997 г.) содержание гумуса (табл. 3) составило 4,29% (очень низкая группа обеспеченности по Тюрину).

Наличие элементов питания в почве в мг/кг – азота нитратов 4,9 (низкая группа обеспеченности по Кравкову), фосфора подвижного P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 26,0 мг/кг почвы, калия обменного K<sub>2</sub>O 289,6 мг/почвы (повышенная по Мачигину), кальция Ca<sup>+</sup> – 37,57, магния Mg<sup>+</sup> – 12,73, сумма поглощенных оснований 50,30, степень насыщенности основаниями 93%, рН<sub>KCl</sub> – степень кислотности 4,97 мг/экв./100 г почвы (среднекислая) [7, 9].

1-й способ обработки почвы в севообороте. Вспашка осуществлялась плугом ПЛН-5-35 на глубину 20-22 см под озимые зерновые, под пропашные, зернобобовые и клевер на 25-27 см.

2-й способ обработки почвы в севообороте. Безотвальная обработка выполнялась тяжелой дисковой бороной БДМ-3,6 на глубину 12-16 см под озимые зерновые, под клевер обработка чизельным плугом ПЧ-2,5 на 38-40 см, под пропашные и зернобобовые культуры вспашка на глубину 25-27 см.

Таблица 2 - Системы применения удобрений в опыте

Культуры севооборота	Системы удобрений			
	Минеральная минимальная	Органо-минеральная оптимальная	Органическая оптимальная	Органо-минеральная повышенная
Клевер 1 г.	N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub>
Клевер 2 г.	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>
Пшеница озимая	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>
Кукуруза на зеленый корм, силос или зерно	N <sub>40</sub>	Навоз 60 т/га N <sub>40</sub>	Навоз 60 т/га N <sub>40</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>60</sub> N <sub>40</sub> Навоз 60 т/га
Пшеница озимая	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub>
Горох или соя	Без удобрений	Навоз 40 т/га	Солома + N <sub>10</sub> Навоз 60 т/га	Солома + N <sub>10</sub> Навоз 60 т/га P <sub>60</sub> K <sub>40-60</sub>

Пшеница озимая	N <sub>30</sub> +N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub> +N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> +N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub> +N <sub>30</sub>
Подсолнечник	Без удобрений	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> N <sub>40</sub>	Рапс на сидерат Навоз 60 т/га	Рапс на сидерат Навоз 60 т/га N <sub>40</sub> P <sub>60</sub>
Пшеница озимая	N <sub>30</sub> +N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub> +N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> +N <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> N <sub>30</sub> +N <sub>30</sub>
Ячмень озимый или овес яровой (с подсевом или без подсева клевера)	N <sub>40</sub>	N <sub>40-60</sub> P <sub>60</sub> N <sub>40</sub>	Солома + N <sub>10</sub> Навоз 40 т/га N <sub>40</sub>	Солома + N <sub>10</sub> Навоз 40 т/га N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> N <sub>40</sub>
В среднем на 1 га севооборотной площади, кг:				
N (подкормки)	41	45	43	43
НРК (основное удобрение)	-	N <sub>34</sub> P <sub>45</sub> K <sub>24</sub>	-	N <sub>43</sub> P <sub>59</sub> K <sub>36</sub>
Итого НРК	41	148	43	181
Доза навоза, т/га	-	10	22	22
Солома			+	+
Рапс на сидерат			+	+

Таблица 3 - Динамика содержания основных элементов питания  
в исследуемых почвах (средние показатели)

Содержание	Единицы измерения	1987 г.	1997 г.	% снижен ия, увелич ения	2008 г.	% сниже ния, увелич ения	2011 г.	Группа обеспеченно сти
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – фосфора подвижного	Мг/кг почвы	28,5	26,0	-8,8	29,2	+12,3	36,8	Средняя повышенна я
K <sub>2</sub> O – калия обменного	Мг/кг почвы	325,0	289,6	-10,9	302,3	+4,4	319,3	Повышенна я
pH <sub>KCl</sub> – степени кислотност и	Мг/экв. на 100 г. почвы	5,2	4,97	-4,4	5,09	+2,4	4,97	Слабокисла я, среднекисл ая
N-NO <sub>3</sub> – азота нитратов	Мг/кг почвы		4,9		5,0		8,3	Низкая
Ca <sup>+</sup>	Мг/кг почвы		37,57		36,97		35,15	
Mg <sup>+</sup>	Мг/кг почвы		12,73		13,33		13,94	
Суммы поглощенн	Мг/кг почвы		50,3		50,3		49,09	Степень насыщенно

БХ оснований								СТИ ОСНОВАНИЯМ И- ВЫСОКАЯ 93,7-91,5 %
Гумуса	%	4,6	4,29	-0,31	4,68	+0,39	4,64	Очень низкая

В среднем на 1 га севооборотной площади вносили (табл. 2):

- по минеральной минимальной системе применения удобрений – азота (N) – 41 кг д.в. в виде подкормок;

- по органоминеральной оптимальной – азота (N) – 45 кг д.в. – в виде подкормок, NPK – 148 кг д.в. в основное внесение, органических удобрений в виде навоза – 10 т/га;

- по органической оптимальной – азота (N) – 43 кг д.в. в виде подкормок, использовали измельченную солому озимых зерновых, рапс на сидерат, органических удобрений в виде навоза 22 т/га;

- по органоминеральной повышенной – азота (N) – 43 кг д.в. в виде подкормок, NPK – 181 кг д.в. в основное внесение, использовали измельченную солому озимых зерновых, рапс на сидерат, органические удобрения в виде навоза 22 т/га.

Органические удобрения в виде навоза вносили под пропашные культуры и клевер с последующей заправкой или заделкой дисковой бороной. Солома оставлялась на двух полях перед зернобобовыми и ячменем; перед заделкой в почву вносили 10 кг д.в. азота на каждую тонну соломы. Рапс на зеленое удобрение высевали в поле, идущем под посев подсолнечника.

*Результаты исследований.* В таблице 3 приведены средние данные содержания основных элементов питания в исследуемых почвах.

За период с 1987 по 1997 г.г. обеспеченность почв фосфором подвижным и калием обменным заметно снизилось на 8,8 и 10,9% соответственно. По степени кислотности, почвы из слабокислых перешли в разряд среднекислых (5,2 мг/экв. → 4,97 мг/экв. на 100 г почвы). Кислотность почв в этот период повысилась на 4,4%.

Обеспеченность почв азотом нитратов 5,0-4,9 мг/кг почвы соответствовала очень низкой группе.

Снижение содержания гумуса составило 0,31%.

Сравнивая средние данные основных элементов питания в исследуемых почвах в начале (1997 г.) и конце (2007-2008 гг.) ротации можно сказать, что процент увеличения содержания фосфора составил 12,3%, калия 4,4%, кислотность несколько снизилась (4,97 среднекислая → 5,1 слабокислая), почвы из среднекислых перешли в слабокислые.

Степень насыщенности основаниями высокая 93,7%.

Среди поглощенных оснований увеличилась доля  $Mg^{+}$  с 12,73 до 13,33 (на 0,6 мг/кг почвы).

Обеспеченность почвы азотом нитратов 5,0-8,3 мг/кг почвы низкая.

Содержание гумуса в среднем за весь период исследований увеличилось на 0,39%.

Анализ экспериментальных данных, за весь период исследований, показал, что средняя урожайность пшеницы озимой возделываемой в 10-типольном зернотравяно-

пропашном севообороте по различным предшественникам в среднем составила 4,05 т/га, с колебаниями по годам от 2,2 до 5,6 т/га.

Максимальная урожайность пшеницы озимой составила по пласту клевера 5,86 т/га, по кукурузе на силос 5,95 т/га, по подсолнечнику 5,52 т/га [2].

Получены достоверные прибавки урожайности на вариантах с органоминеральной оптимальной, органической оптимальной и органоминеральной повышенной системой применения удобрений.

По вспашке и безотвальной обработке почвы существенной разницы урожайности не выявлено. Урожайность по обоим способам обработки практически одинакова 4,06 т/га [3].

Главный критерий эффективности применяемых систем удобрений и обработок почвы – увеличение содержания гумуса – основного показателя, определяющего высокое потенциальное плодородие черноземных почв.

Внесение органических удобрений, использование соломы озимых зерновых и рапса на сидерат в наших исследованиях обеспечило увеличение содержания гумуса в конце ротации по всем изучаемым слоям (табл. 4).

Наиболее предпочтительны варианты с органической оптимальной и органоминеральной повышенной системами применения удобрений, где увеличение содержания гумуса в конце ротации составило в слое 0-20 см 0,36-0,5% по вспашке и 0,32-0,44 % по безотвальной обработке; в слое 20-40 см 0,2-0,41 % по вспашке и 0,31-0,37 % по безотвальной обработке.

В результате исследований по изучению влияния систем удобрений и способов обработки почвы на основные показатели почвенного плодородия чернозема выщелоченного слитого и урожайность сельскохозяйственных культур установлено, что:

- замена отвальной обработки почвы под пшеницу озимую на безотвальную в 10-типольном зернотравяно-пропашном севообороте не ведет к снижению урожайности пшеницы озимой и культур севооборота;
- соблюдение научно обоснованного зернотравяно-пропашного севооборота с 50% его насыщением зерновыми культурами и с 20% полем многолетних трав;
- оставление соломы на двух полях севооборота: перед зернобобовыми и озимым ячменем, с внесением перед заделкой в почву 10 кг д.в. азота на каждую тонну;
- использование рапса на сидерат перед посевом подсолнечника – позволило стабилизировать содержание гумуса и оптимизировать фосфорно-калийный режим.

Таблица 4 - Средние показатели гумуса в зависимости от систем удобрений и способов обработки почвы

Системы удобрений	Содержание гумуса по слоям			
	В начале ротации севооборота, 1997 г.		В конце ротации севооборота, 2007 г.	
	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см
Без удобрений	<u>4,37</u>	<u>3,37</u>	<u>4,24</u>	<u>3,56</u>
	4,70	3,72	4,51	3,55
Минеральная минимальная	-	-	<u>4,26</u>	<u>3,63</u>
	-	-	4,49	3,28
Органоминеральная оптимальная	<u>4,22</u>	<u>4,18</u>	<u>4,32</u>	<u>3,68</u>
	4,56	3,32	4,66	3,62
Органическая	<u>4,20</u>	<u>3,67</u>	<u>4,60</u>	<u>3,97</u>

оптимальная	4,53	3,70	4,83	3,92
Органоминеральная	-	-	<u>4,74</u>	<u>3,76</u>
повышенная	-	-	4,95	3,59

*Примечание:* в таблице в числителе – при вспашке, в знаменателе – при безотвальной обработке.

При использовании органической оптимальной и органоминеральной повышенной систем применения удобрений наблюдается прирост гумуса по всем изучаемым слоям.

#### ***Литература:***

1. Девтерова Н.И. Сохранение плодородия почв в Адыгее // Земледелие. 2015. №1. С. 22-24.
2. Девтерова Н.И. Изменение погодных условий и урожайность сельскохозяйственных культур в Адыгее // Земледелие. 2011. №7. С. 9-10.
3. Девтерова Н.И. Некоторые вопросы формирования урожайности озимой пшеницы // Материалы XLVI международной научной конференции молодых ученых, докторантов, аспирантов и соискателей ученых степеней доктора и кандидата наук «Эффективность применения средств химизации в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур» (26-27 апр. 2012 г.). Москва: ВНИИА, 2012. 228 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 415 с.
5. Рекомендации по системе ведения сельского хозяйства в Краснодарском крае / Калашников И.В. [и др.]. Краснодар, 1981. 556 с.
6. Мугу Р.Х. Основные показатели развития сельскохозяйственного производства Республики Адыгея за 1968-1998 гг. Майкоп, 1998. 131 с.
7. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Онищенко Л.М. Питание и удобрение зерновых, крупяных и зернобобовых культур. Краснодар, 2012. 230 с.
8. Шхапацев А.К., Тлемахова С.М., Прудкий Л.В. Состояние плодородия земель сельскохозяйственного назначения ГНУ «Адыгейский НИИСХ», пути его повышения и эффективного использования. Майкоп, 2011. 40 с.

#### ***Literature:***

1. Devterova N.I. Preservation of soil fertility in Adygeya // Agriculture. 2015. № 1. P. 22-24.
2. Devterova N.I. Change in weather conditions and crop yields in Adygeya // Agriculture. 2011. № 7. P. 9-10.
3. Devterova N.I. Some issues of formation of winter wheat yields // Proceedings of the XLVI International Scientific Conference of young scientists, doctoral students, post-graduate students and seekers for scientific degrees “The Efficiency of Chemicalization Means in Modern Technologies for Agricultural Crops Cultivation” (26-27 April, 2012). Moscow: RSRIA, 2012. 228 p.
4. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. M.: Kolos, 1979. 415 p.
5. Recommendations on the system of agriculture in the Krasnodar Territory / Kalashnikov I.V. [and etc.]. Krasnodar, 1981. 556 p.
6. Mugu R.H. Main indicators of the development of agricultural production of the Republic of Adygeya for 1968-1998. Maikop, 1998. 131 p.

7. Sheudzhen A.Kh., Bondareva T.N., Onishchenko L.M. *Nutrition and fertilization of grain, grits and leguminous crops. Krasnodar, 2012. 230 p.*

8. Shkhapatsev A.K., Tlemakhova S.M., Prudky L.V. *The state of fertility of the agricultural lands of the SRI "Adygh SRIA". Maikop, 2011. 40 p.*