

УДК: 10.18522/2308-9709-2020-34-5
<https://new.jbks.ru/archive/issue-34/article-5>

Влияние остепнения на свойства чернозема миграционно-сегрегационного

[Безуглова О. С.¹](#)

1. Ученое звание: профессор

Исследования вели на остепняющихся участках заказника «Степь Приазовская», расположенном в учебно-опытном хозяйстве Южного федерального университета «Недвиговка» в Мясниковском районе Ростовской области. Физические (плотность почвы и ее структурное состояние) и химические (содержание и состав гумуса) свойства изучали в почвах на разновозрастных залежах (3, 4, 5, 15 и более 60 лет), вариантом сравнения служил чернозем пахотного участка, непосредственно примыкавший к остепняющейся территории. Плотность почвы определяли методом режущего кольца. Состояние структуры (сухое и мокрое просеивание) изучали по методу Саввинова. Углерод органический определяли по И.В. Тюрину в модификации Орлова-Гриндель со спектрометрическим окончанием. Фракционно-групповой состав гумуса определяли по Пономаревой-Плотниковой. Объект исследования – чернозем миграционно-сегрегационный (Calcic Chernozem по WRB, 2014), по классификации СССР называвшийся чернозем обыкновенный карбонатный, еще ранее известный как чернозем североприазовский. Остепнение чернозема, выражающееся в смене стадий сукцессий от корневищно-злаковой до типчаковой, с преобладанием плотнодерновинных злаков, сопровождается изменением почвенных свойств. Установлено увеличение плотности сложения в первые годы оставления почвы в залежь, с последующим постепенным снижением величины этого показателя. Улучшается структурное состояние: по мере остепнения повышаются коэффициенты структурности и водопрочности агрегатов. Содержание гумуса возрастает в ряду пашня – 3–4 года – 5 лет – 10 лет – 60 лет залежи в образцах осеннего отбора, и мало отличается в период активной вегетации растений. Изменяется и качественный состав гумуса за счет увеличения содержания доли фульвокислот и уменьшения негидролизующего остатка.

Введение. Большая часть территорий, некогда покрытых богатыми разнотравно-злаковыми сообществами, сейчас распаханна; плодородные, тучные, богатые гумусом почвы заняты сельскохозяйственными, преимущественно зерновыми, культурами, а в условиях Ростовской области – и подсолнечником. Степь, занимая всего 8 % суши Земного шара, на 80 % обеспечивает человечество зерновыми злаками, мясом и другими продуктами животноводства [18]. Современный растительный покров степной зоны – бескрайние поля хлебных злаков, разделенные линиями искусственных же лесных полос. Небольшие фрагменты девственных или почти девственных степей сохранились лишь в немногочисленных в этой зоне заповедниках и заказниках, общая площадь которых менее 400 км². Достаточно сказать, что на обширных степных просторах бывшего Советского Союза, где сосредоточены основные массивы степей Евразии, создано всего 7 заповедников, 4 из них – в России, и только один – в Ростовской области, и тот не на черноземах, а в каштановой зоне.

От натуральной степи остались одни воспоминания да клочки так называемой целины, поневоле принимаемой за эталон. Чаще всего под степью сейчас понимают не целину, а залежь – участки земли, отдыхающие после многолетних посевов. Так, по данным Н.Б. Сухомлиновой [27] в Ростовской области площадь залежи (пашни, не используемой более года) за период с 1990 по 2012 гг. возросла более чем в 14,7 раза. Залежь зарастает сначала сорными травами, но затем с каждым годом все больше в травостое начинают появляться характерные степные растения, вытесняемые человеком при распахивании полей, и, если участок будет долго предоставлен самому себе, в конце концов, он превратится в настоящую целину, которую будет почти невозможно отличить от девственной, никогда непаханной степи. Это и есть сущность процесса остепнения.

Общей чертой степных фитоценозов можно считать довольно высокую сомкнутость травяного полога. Проективное покрытие растений составляет в относительно более выраженных вариантах луговых степей до 90–100 %, обычно – 50–80 %, а в самых сухих вариантах – 30 % [3]. Профиль степной почвы насыщен корнями растений. Настоящими хозяевами сформированных степных сообществ являются злаки, в особенности дерновинные.

На территории ООПТ «Степь Приазовская» в Мясниковском районе Ростовской области растительный покров восстанавливается в общих чертах после 5 лет залежного состояния. С увеличением продолжительности периода остепнения отмечается стабилизация видового разнообразия растительности: уменьшается количество представителей сорной растительности (осот полевой, молочай, вьюнок, амброзия, бодяк); постепенно растет число

дерновинных злаков, с преобладанием представителей мелкодерновинных форм, прежде всего овсяницы (*Festuca sulcata*), сплетение корневых систем которых формирует мелкокомковатую структуру почвы. При остепнении больше 10 лет увеличивается количество представителей семейств *Asteraceae* и злаков *Poaceae*, представленных мелкодерновинными злаками, и безрозеточных равномерно-олиственных – эту форму представляют виды из семейства бобовых (*Fabaceae*) – чина, люцерна, вика. На старозалежном участке (> 60 лет) заметно увеличивается число дерновинных злаков с доминированием в видовом составе рода овсяниц (*Festuca valesiaca* = *Festuca sulcata*), проективное покрытие которых составляет порядка 100 %, т.е. они образует сплошной растительный покров.

Таким образом, на участках остепнения отмечается последовательная смена растительных сообществ от корневищных к мелкодерновинно-злаковым и дерновинно-злаковым.

Объект и методы исследования. Влияние естественного процесса остепнения на свойства чернозема миграционно-сегрегационного (обыкновенного карбонатного) изучали на территории ООПТ «Степь Приазовская» на территории УОХ ЮФУ «Недвиговка». Здесь проводился уникальный опыт по изучению остепнения на восстановление растительного покрова и свойств чернозема. Небольшой участок (2,4 га) заповедной степи считают целиной, однако это довольно условная целина. На самом деле – это старая залежь: почву вывели из сельскохозяйственного оборота в конце 30-х годов прошлого столетия. В последующие годы к этому участку стали прирезать полоски земли, стремясь увеличить площадь заповедной территории, чтобы обеспечить необходимые условия для восстановления степного фитоценоза, так как участок был очень мал, и его с двух сторон подпирали культурные поля, а с двух других – лесополосы, что препятствовало полноценному восстановлению настоящей степной растительности. Первая прирезка площади была проведена в 1986 г., затем – в 1996, 1997 и 1998 гг. Отбор почвенных образцов производился в июне и сентябре 2001 г. Таким образом возраст залежных участков на момент исследования составлял соответственно: < 60 лет, 15, 5, 4, 3 года. Спустя 12 лет подробные исследования этих участков были проведены М.А. Мясниковой [19], что позволило отследить динамику процессов на первых трех участках.

Вариантом сравнения служила пашня опытного участка (агроценоз). Однако в 2017 охраняемый объект «Степь Приазовская» был исключен из списка областных памятников природы. Тем не менее, почвы участка «Степь Приазовская» внесены в Красную книгу почв России [14], и это оставляет надежду на сохранение научной ценности участка.

Образцы для анализов отбирали из глубин 0–20 см и 20–40 см, т.е. анализировали горизонты PU на пашне и AU – на целине и залежи. Отбор проводили летом (середина июня) и осенью (середина сентября) для изучения динамики гумуса в почвенных горизонтах.

Плотность почвы определяли объемно-весовым методом в 3-х кратной повторности (методом режущего кольца) по ГОСТ 5180-84. Состояние структуры (сухое и мокрое просеивание) изучали по методу Саввинова [15]. Углерод органический определяли по И.В. Тюрину в модификации Орлова-Гриндель со спектрометрическим окончанием [6]. Фракционно-групповой состав гумуса определяли по Пономаревой-Плотниковой [20].

Результаты и обсуждение. Смена видового разнообразия растений влечет за собой изменение физических свойств почв: плотности сложения (табл.1) и структурного состояния (рис.1).

Таблица 1 – Изменение плотности сложения ($г/см^3$) в черноземе миграционно-сегрегационном при остепнении

Глубина, см	Возраст залежи, годы					Пашня
	> 60 лет	15	5	4	3	
0-20	1,16±0,02	1,20±0,02	1,24±0,05	1,35±0,04	1,30±0,04	1,12±0,05
20-40	1,27±0,01	1,30±0,03	1,36±0,04	1,38±0,05	1,36±0,04	1,32±0,04

Наличие дерновинно-злакового разнотравья на остепняющихся участках приводит к повышению плотности сложения почвы. Так, на старозалежных участках для слоя 0–20 см плотность сложения составила в среднем 1,16–1,20 $г/см^3$, в то время как на участках, оставленных в залежь 3 и 4 года назад, соответственно, 1,3 и 1,35 $г/см^3$. На пашне плотность сложения была 1,12 $г/см^3$. Н.А. Караваяева, Е.А. Денисенко [13] также отмечают, что на 15-летней залежи миграционно-мицелярного чернозема плотность почвы остается повышенной (1,22–1,24 $г/см^3$). В то время как в целинном черноземе величина плотности в верхнем горизонте колебалась в пределах 1,00–1,11 $г/см^3$, а в слое 20–40

см она составляла 1,16-1,21 г/см³.

В черноземе сегрегационно-миграционном заказника «Степь Приазовская» в слое 20–40 см плотность сложения увеличивается в ряду старозалежь – залежь 15 лет – залежь 5 лет – залежь 4 года, на пашне она равнялась 1,32 г/см³. Для верхних горизонтов черноземов объемная масса почвы составляет 1,0–1,2 г/см³, т.е. при объемной массе 1,32 пашня уже считается сильно уплотненной [16]. Увеличение плотности сложения связано с антропогенной деятельностью человека и повышением техногенной нагрузки на почву при ее обработке из-за образования плужной подошвы. Это следствие агротехногенного воздействия на почву оказывается весьма стойким, уплотнение почвы на глубине 20–40 см сохраняется довольно продолжительное время. Причем аналогичное явление было отмечено нами ранее и в каштановой почве [7].

Большое число исследователей подчеркивает решающую роль гуминовых кислот в формировании структуры почвы [2, 5, 9, 15, 23, 24, 25, 28]. В то же время Ф.Ю. Гельцер [10], исследуя целину и старопаху с близкой степенью гумусированности, сделала вывод, что между содержанием гумуса и количеством агрегатов крупнее 0,25 мм связь отсутствует. В старопахотной почве содержание водопрочных агрегатов более чем в два раза ниже, чем в целинной почве. Однако данный факт не указывает на отсутствие связи между содержанием гумуса и структурностью почвы, а лишь свидетельствует о сложности процесса структурообразования, являющегося результатом совокупного действия факторов.

Немаловажен для процесса структурообразования и качественный состав органического вещества почвы. Для качества структурных отдельностей решающее значение имеет форма связи гуминовых кислот с минеральной частью почвы. Агрегаты, образованные с участием гуматов кальция, обладают повышенной водопрочностью. Имеются свидетельства и в пользу высокой водопрочности микроагрегатов, состоящих из ила и гумифицированного органического вещества [30]. Чейни и Свифт [32] на основании корреляционного анализа пришли к выводу, что водопрочность структуры тесно коррелирует с содержанием углеводов и количеством гуминовых кислот 1 и 2 фракции. З.С. Артемьева [2] установила взаимосвязь между микроструктурной организацией и устойчивостью органического вещества зонального ряда почв естественных ценозов. По ее данным оболочка микроагрегатов представляет собой органоглинистые частицы, экстрагируемая фракция которых практически нацело состоит из гуминовых кислот. Стабилизирующим агентом этой группы агрегатов являются микробные слизи (преимущественно полисахариды). О важной роли полисахаридов в формировании структурных отдельностей писали также и другие ученые [5, 17, 31, 33]. Важную роль амфифильных свойств почвенного органического вещества, обусловленных наличием в них гидрофильных и гидрофобных компонентов, в сохранении структуры почвы подчеркивают Е.В. Шеин, Е.Ю. Милановский [29].

Данные, полученные нами, свидетельствуют о том, что процесс остепнения приводит к повышению коэффициента структурности почв, и чем длительнее период остепнения, тем выше данный коэффициент для слоя 0–20 см (рис.1) и для слоя 20–40 см, для коэффициента водопрочности отмечена аналогичная картина.

not found or type unknown

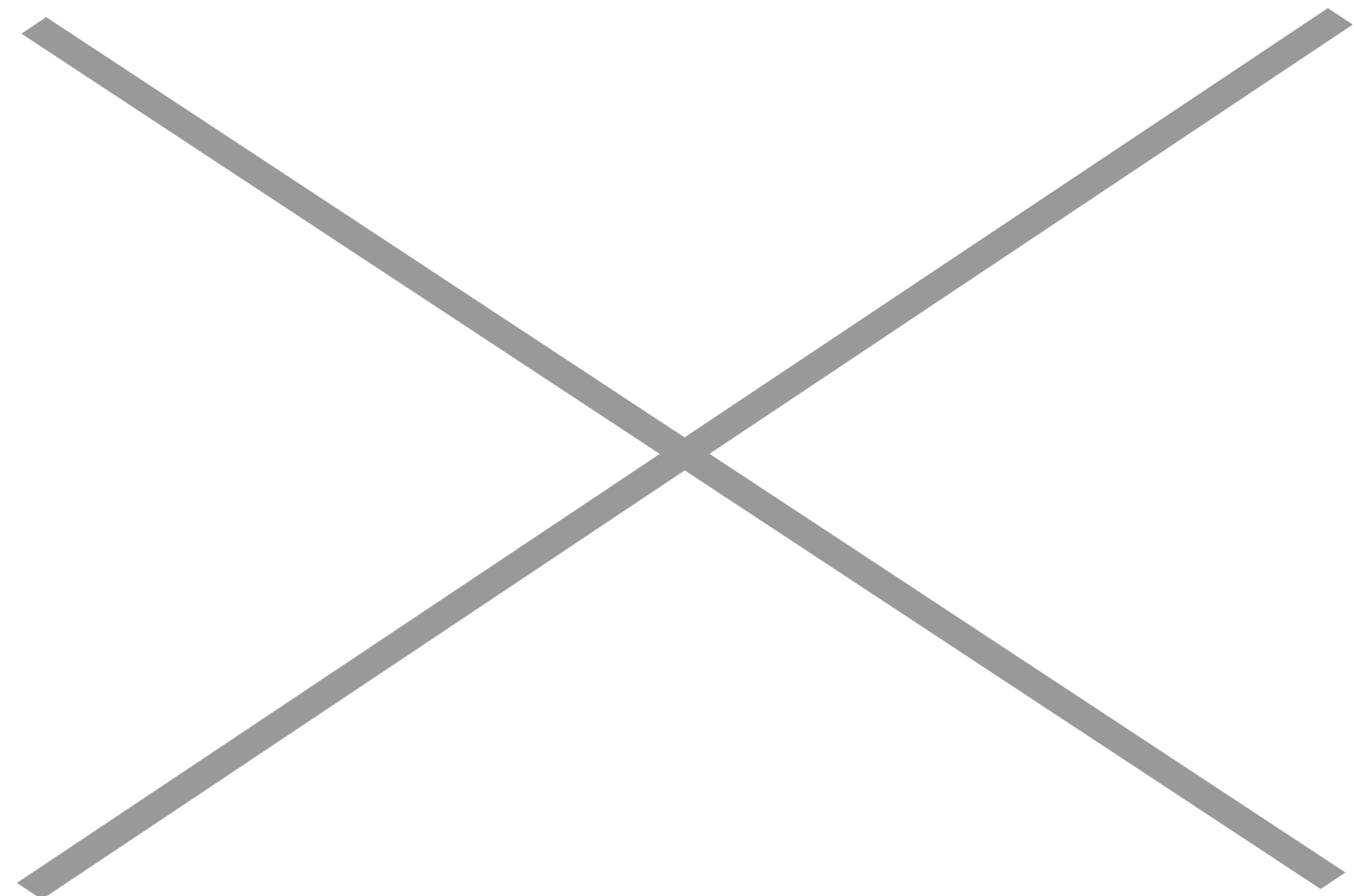


Рис. 1 - Влияние остепнения на структурное состояние чернозема миграционно-сегрегационного в слое 0–20 см

При этом значение коэффициента структурности для верхнего слоя выше, чем для слоя 20–40 см. Интересно, что коэффициент водопрочности в первые годы оставления почвы в залежном состоянии уменьшается по сравнению с пахотным вариантом. И только в образцах, отобранных на 15-летней залежи, водопрочность структуры заметно выросла по сравнению с пахотной почвой. Вероятно, сказывается разница в составе фитоценозов, так как разнообразие и видовой состав растительности остепняющихся ценозов оказывают влияние на содержание и качественный состав гумуса, который в свою очередь влияет на состояние структуры. По данным С.Н. Солодченко, Н.Л. Кураченко [26] сезонный ритм динамики компонентов органического вещества в ненарушенных и в пахотных почв различен. Примерно такие же закономерности обнаружены и нами (рис.2). На участках в ряду > 60 лет – 15 лет – 5 лет содержание гумуса при отборе образцов в июне месяце ниже, чем при отборе в сентябре. Это, скорее всего, связано с отмиранием вегетативной массы растений, поступлением ее на поверхность почвы и последующим разложением органического вещества и синтезом новых органических соединений. Период 4 года является пограничным: здесь содержание гумуса в июне и сентябре примерно одинаковое. На участках с остепнением 3 года и пашне – картина прямо противоположная: содержание гумуса в образцах за сентябрь ниже, чем в июне. На пашне это уменьшение связано с выносом элементов питания сельскохозяйственными культурами, а на участке 3 года, вероятно, зависит от состава растительности. Здесь в эти годы тотально преобладал, смыкаясь надземными органами и образуя фон, пырей ползучий (*Elytrigia repens*), для которого характерно формирование мощного

корневища, достаточно высокой вегетативной массы и множества семян, все это обуславливает высокое поглощение элементов питания, в том числе азота, источником которого служит гумус [21].

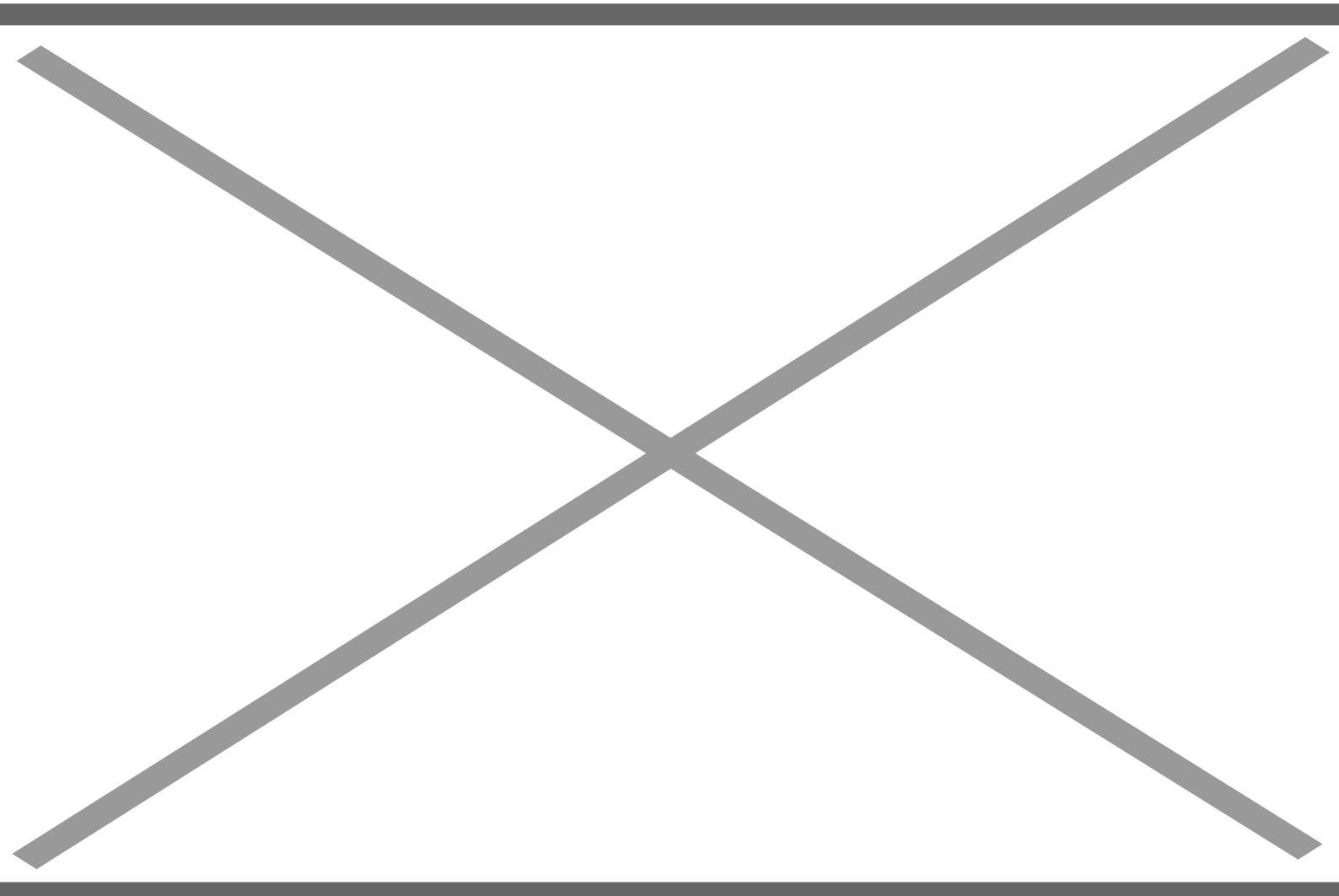


Рисунок 2 – Динамика содержания гумуса в черноземе миграционно-сегрегационном при остепнении

Если сравнивать содержание общего гумуса в слое 0–20 см в июньских образцах, то в ряду > 60 лет – 15 лет – 5 лет идет уменьшение, на участке 4 года оно примерно такое же, как на старой залежи, а на пашне – выше, чем на старой залежи. В слое 20–40 зафиксирована такая же картина.

Содержание гумуса в образцах за сентябрь в слое 0–20 см плавно уменьшается во всем ряду, начиная от старой залежи и кончая пашней, в слое 20–40 см происходит то же самое. На наш взгляд, эти изменения в содержании гумуса зависят, прежде всего, от видового разнообразия присутствующей на участке растительности и от специфических особенностей каждого вида в отдельности: от типа корневой системы растений, нарастания вегетативной массы и ее качественного состава.

Сравнение полученных нами данных с данными литературными [4, 19] показывает, что отношение Сгк:Сфк в пашне колеблется в пределах 1,8–2,1, в среднем составляя 2,0. В нашем опыте это отношение ниже, что обусловлено сроком отбора образцов, который произвели в июне месяце, когда шла активная вегетация растений (табл.2). Известно, что во время интенсивного роста и развития отмечается повышенное потребление элементов питания растениями, источниками последних выступают наиболее подвижные формы гумуса. Высвобождение питательных элементов происходит в процессе минерализации гумуса и при этом в его составе возрастает доля подвижных форм, в

частности фульвокислот [5, 11, 12].

Таблица 2 – Групповой состав гумуса чернозема миграционно-сегрегационного на остепняющихся ценозах, июнь

% к $C_{\text{общ}} \text{ почвы}$

Остепнение, лет	Глубина, см	$C_{\text{общ}} \text{ почвы, \%}$	Сгк	Сфк	НО	Сгк / Сфк
> 60	0-20	1,96	32,39	31,53	36,08	1,03
	20-40	1,95	27,03	35,29	37,68	0,76
15	0-20	1,59	42,88	31,99	25,13	1,34
	20-40	1,65	35,09	32,10	32,81	1,09
5	0-20	1,55	38,85	35,77	25,38	1,08
	20-40	1,61	37,88	33,08	29,04	1,14
4	0-20	1,92	30,21	23,75	46,04	1,27
	20-40	1,90	30,69	31,05	38,26	0,99
3	0-20	1,82	34,89	30,78	34,33	1,13
	20-40	1,86	36,29	27,15	36,56	1,34
0 (пашня)	0-20	2,08	36,97	30,20	32,83	1,22
	20-40	2,08	33,90	31,01	35,09	1,09

Содержание органического углерода в черноземе старозалежи в слоях 0-20 и 20-40 см составляет почти 2 %, из них на долю ГК приходится 32,4 %, на долю ФК – 31,5 % вся остальная часть -- 36,1 % – негидролизующий остаток. На пашне ситуация несколько иная. Но соотношение между основными группами гумуса в слое 0-20 почти такое же, а вот в подпахотном слое на пашне содержание гуминовых кислот выше, чем в почве целинного (старозалежного) участка. Такие же закономерности получены и М.А. Мясниковой [19]. Еще в работе К.В. Руденской [22] было установлено, что фракционно-групповой состав гумуса черноземных почв на целинных участках значительно отличается от такового пашенных почв: отмечено было уменьшение доли активного гумуса при относительном увеличении его инертной части. Как следствие, уменьшалась величина отношения Сгк:Сфк. Вероятно, основную роль играет состав растительного опада. Например, по данным С.А. Алиева [1], скорость разложения и гумификации корневой массы люцерны значительно выше, чем корневой массы целинных трав. В составе растительного покрова

старозалежи преобладает овсяница бороздчатая (*Festuca sulcata*) и типчак (*Festuca valesiaca*) – плотнодерновинные злаки, для которых характерно разрастание дерновины и формирование мощной корневой системы. Стареющие особи отличаются отмиранием вегетативных побегов, редким формированием генеративных структур, значительным накоплением ветоши и опада [8]. Это затрудняет поступление кислорода в почву и замедляет разложение органических остатков, а в составе гумуса способствует накоплению фульвокислот.

Выводы.

1. Остепнение чернозема миграционно-сегрегационного, выражающееся в смене стадий сукцессий от корневищно-злаковой до типчаковой с преобладанием плотнодерновинных злаков, сопровождается изменением почвенных свойств.
2. Установлено увеличение плотности сложения в первые годы оставления почвы в залежь, с последующим постепенным снижением плотности сложения. В черноземе сегрегационно-миграционном заказника «Степь Приазовская» плотность сложения увеличивается в ряду старозалежь – залежь 15 лет – залежь 5 лет – залежь 4 года.
3. Остепнение способствует улучшению структурного состояния чернозема: по мере остепнения повышаются коэффициенты структурности и водопрочности агрегатов. Причем, чем длительнее период остепнения, тем выше значения и коэффициента структурности, и коэффициента водопрочности.
4. Содержание гумуса возрастает в ряду пашня – 3–4 года – 5 лет – 10 лет – 60 лет залежи в образцах осеннего отбора, и мало отличается в период активной вегетации растений. Изменяется и качественный состав гумуса за счет увеличения содержания доли фульвокислот и уменьшения негидролизующего остатка.

Исследование выполнено при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2511.2020.11)

Список литературы

1. Алиев С.А. Условия накопления и природа органического вещества почв. Баку: Изд-во АНАССР, 1966. 281 с.
2. Артемьева З.С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы. М.: ГЕОС, 2010. 240 с.
3. Баландин С.А. Жизнь степных растений // Судьба степей. Новосибирск: «Мангазея», 1997. С. 53–82.
4. Безуглова О.С. Удобрения и стимуляторы роста. Ростов-Дон: Феникс, 2000. 320 с.
5. Безуглова О.С. Гумусное состояние почв юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦВШ, 2001. 228 с.
6. Безуглова О.С., Морозов И.В. Методические указания к разделу «Главные составные части почвы» курса «Физико-химический анализ почв». Ростов-на-Дону: РГУ, 1996. 40 с.
7. Безуглова О.С., Юревиц Л.Р. Влияние сельскохозяйственного использования на гумусное состояние каштановых почв Ростовской области // Экологические аспекты использования и охраны почвенных ресурсов Молдавии. Т.1. Кишинев, 1990. С.79–80.
8. Белюченко И.С. Дерновинные формы многолетних злаков // Научный журнал КубГАУ, №100 (06), 2014. С. 1–18. <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/79.pdf>
9. Вильямс В. Р. Прочность и связность структуры почв // Почвоведение, 1935. № 5—6; Собр. соч., т. VII, стр. 160–161.
10. Гельцер Ф.Ю. Значение микроорганизмов в образовании перегноя и прочности структуры почвы. М., 1940. 120 с.
11. Герцык В.В. Сезонная динамика гумуса в мощных черноземах // Тр. ЦЧЗ им. Алехина, Воронеж, 1959. Вып. 5. С. 37–49.
12. Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика (на примере Западной Сибири). Новосибирск, 1984. – 152 с.
13. Караваева Н.А., Денисенко Е.А. Постагроденные миграционно-мицелярные черноземы разновозрастных залежей Южной лесостепи ЕТР // Почвоведение, 2009. № 10. С. 1165–1176.
14. Красная книга почв России: Объекты Красной книги и кадастра особо ценных почв / Отв. ред. Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. М: МАКС-Пресс, 2009. 575 с.
15. Качинский Н.А., Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Опыт агрофизической характеристики почв на примере Центрального Урала. М.-Л.: АН СССР, 1950. 240 с.
16. Качинский Н.А. Физика почвы. Ч.1. М.: Высшая школа, 1965. 257 с.
17. Лыхман В. А., Безуглова О.С., Полиенко Е. А., Дубинина М. Н., Наими О.И., Патрикеев Е. С. Влияние гуминовых препаратов на содержание углеводов в структурных агрегатах и их водопрочность // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2020. № 1(37). С. 154–168. Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=646&id=656>. DOI: 10.31774/2222-1816-2020-1-154-168.

18. Мордкович В.Г., Гиляров А.М., Тишков А.А., Баландин С.А. Судьба степей. Новосибирск, 1997. 208 с.
19. Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние возраста залежей на биологические свойства постагроденных почв Ростовской области: монография. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. 129 с.
20. Пономарева В.В., Плотникова И.А. Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов // Почвоведение, 1968. № 11. С. 104-117.
21. Пырей ползучий // Растения-целители. Смоленск: Русич, 1996. С. 306-310.
22. Руденская К. В. Характеристика гумуса основных почв Ростовской области. Дисс. ... к.б.н. Ростов-на-Дону, 1968. 260 с.
23. Саввинов Н.И. Структура почвы и ее прочность на целине, перелог и старопахотных участках. М., 1931. 46 с.
24. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. 233 с.
25. Соколовский А.Н. Структура почвы и ее сельскохозяйственная ценность // Почвоведение, 1933. № 1. С. 3-16.
26. Солодченко С.Н., Кураченко Н.Л. Сезонные изменения структуры чернозема обыкновенного в условиях целины и агроценозов // Молодежь Сибири – науке России: Материалы междунауч. конф. Ч.2. Красноярск, 2003. С. 237-241.
27. Сухомлинова Н.Б. Экологические и экономические аспекты использования земельных ресурсов южных регионов Российской Федерации // Вестник ЮРГТУ (НПИ). Социально-экономические науки, 2012. № 6. С. 108-111.
28. Хан Д.В. Органо-минеральные соединения и структура почвы // Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. М.: Наука, 1969. 142 с.
29. Шейн Е.В., Милановский Е.Ю. Органическое вещество и структура почвы: учение В.Р. Вильямса и современность // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2014. № 1. С. 42-51.
30. Edwards A.P., J.M. Bremner. Microaggregates in soil // J. Soil Sci., 1967. 18. P.64-73.
31. Cairo Cairo P., Lopez Delgado J.F., Cabrero Paez R. Influencia del residual de la fabrica de glucose de cienfuegos sobre algunas propiedades fisical de un suelo pesado // Centro agr., 1985.12.1. P. 3-12.
32. Chaney K., R.S. Swift. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soils // J. Soil Sci., 1984. 35. P.223-230.
33. Tisdall J.M., Oades J.M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass // Aust. J. Soil Res., 1979. 17. P. 429-441.

Spisok literatury

1. Aliev S.A. Usloviya nakopleniya i priroda organicheskogo veshchestva pochv. Baku: Izd-vo ANASSR, 1966. 281 s.
2. Artem'eva Z.S. Organicheskoe veshchestvo i granulometricheskaya sistema pochvy. M.: GEOS, 2010. 240 s.
3. Balandin S.A. ZHizn' stepnyh rastenij // Sud'ba stepej. Novosibirsk: «Mangazeya», 1997. S. 53-82.
4. Bezuglova O.S. Udobreniya i stimulyatory rosta. Rostov-Don: Feniks, 2000. 320 s.
5. Bezuglova O.S. Gumusnoe sostoyanie pochv yuga Rossii. Rostov-na-Donu: Izd-vo SKNCVSH, 2001. 228 s.
6. Bezuglova O.S., Morozov I.V. Metodicheskie ukazaniya k razdelu «Glavnye sostavnye chasti pochvy» kursa «Fiziko-himicheskij analiz pochv». Rostov-na-Donu: RGU, 1996. 40 s.
7. Bezuglova O.S., YUrevic L.R. Vliyanie sel'skohozyajstvennogo ispol'zovaniya na gumusnoe sostoyanie kashtanovyh pochv Rostovskoj oblasti // Ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya i ohrany pochvennyh resursov Moldavii. T.1. Kishinev, 1990. S.79-80.
8. Belyuchenko I.S. Dernovinnye formy mnogoletnih zlakov // Nauchnyj zhurnal KubGAU, №100 (06), 2014. S. 1-18. <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/79.pdf>
9. Vil'yams V. R. Prochnost' i svyaznost' struktury pochv // Pochvovedenie, 1935. № 5—6; Sobr. soch., t. VII, str. 160-161.
10. Gel'cer F.YU. Znachenie mikroorganizmov v obrazovanii peregnoya i prochnosti struktury pochvy. M., 1940. 120 s.
11. Gercyk V.V. Sezonnaya dinamika gumusa v moshchnyh chernozemah // Tr. CCHZ im. Alekhina, Voronezh, 1959. Vyp. 5. S. 37-49.
12. Dergacheva M.I. Organicheskoe veshchestvo pochv: statika i dinamika (na primere Zapadnoj Sibiri). Novosibirsk, 1984. – 152 s.
13. Karavaeva N.A., Denisenko E.A. Postagrodennye migracionno-micelyarnye chernozemy raznovozrastnyh zalezhej YUzhnoj lesostepi ETR // Pochvovedenie, 2009. № 10. S. 1165-1176.
14. Krasnaya kniga pochv Rossii: Ob"ekty Krasnoj knigi i kadastra osobo cennyh pochv / Otv. red. G.V. Dobrovolskij, E.D. Nikitin. M: MAKS-Press, 2009. 575 s.
15. Kachinskij N.A., Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Opyt agrofizicheskoy harakteristiki pochv na primere Central'nogo Urala. M.-L.: AN SSSR, 1950. 240 s.
16. Kachinskij N.A. Fizika pochvy. CH.1. M.: Vysshaya shkola, 1965. 257 s.
17. Lyhman V. A., Bezuglova O.S., Polienko E. A., Dubinina M. N., Naimi O.I., Patrikeev E. S. Vliyanie guminovyh preparatov na sodержanie uglevodov v strukturnyh agregatah i ih vodoprochnost' // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii [Elektronnyj resurs]. 2020. № 1(37). S. 154-168. Rezhim dostupa: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=646&id=656>. DOI: 10.31774/2222-1816-2020-1-154-168.

18. Mordkovich V.G., Gilyarov A.M., Tishkov A.A., Balandin S.A. Sud'ba stepej. Novosibirsk, 1997. 208 s.
19. Myasnikova M.A., Kazeev K.SH., Kolesnikov S.I. Vliyanie vozrasta zalezhej na biologicheskie svojstva postagrogennyh pochv Rostovskoj oblasti: monografiya. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo YUzhnogo federal'nogo universiteta, 2015. 129 s.
20. Ponomareva V.V., Plotnikova I.A. Metodika i nekotorye rezul'taty frakcionirovaniya gumusa chernozemov // Pochvovedenie, 1968. № 11. S. 104–117.
21. Pyrej polzuchij // Rasteniya-celiteli. Smolensk: Rusich, 1996. S. 306–310.
22. Rudenskaya K. V. Harakteristika gumusa osnovnyh pochv Rostovskoj oblasti. Diss. ... k.b.n. Rostov-na-Donu, 1968. 260 s.
23. Savvinov N.I. Struktura pochvy i ee prochnost' na celine, pereloge i staropahotnyh uchastkah. M., 1931. 46 s.
24. Semenov V.M., Kogut B.M. Pochvennoe organicheskoe veshchestvo. M.: GEOS, 2015. 233 s.
25. Sokolovskij A.N. Struktura pochvy i ee sel'skohozyajstvennaya cennost' // Pochvovedenie, 1933. № 1. S. 3–16.
26. Solodchenko S.N., Kurachenko N.L. Sezonnye izmeneniya struktury chernozema obyknovennogo v usloviyah celiny i agrocenozov // Molodezh' Sibiri – nauke Rossii: Materialy mezhd. nauchn. konf. CH.2. Krasnoyarsk, 2003. S. 237–241.
27. Suhomlinova N.B. Ekologicheskie i ekonomicheskie aspekty ispol'zovaniya zemel'nyh resursov yuzhnyh regionov Rossijskoj Federacii // Vestnik YURGTU (NPI). Social'no-ekonomicheskie nauki, 2012. № 6. S. 108–111.
28. Han D.V. Organo-mineral'nye soedineniya i struktura pochvy // Tr. Pochv. in-ta im. V. V. Dokuchaeva. M.: Nauka, 1969. 142 s.
29. Shein E.V., Milanovskij E.YU. Organicheskoe veshchestvo i struktura pochvy: uchenie V.R. Vil'yamsa i sovremennost' // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii, 2014. № 1. S. 42–51.
30. Edwards A.P., J.M. Bremner. Microaggregates in soil // J.Soil Sci., 1967. 18. P.64–73.
31. Cairo Cairo P., Lopez Delgado J.F., Cabrero Paez R. Influencia del residual de la fabrica de glucose de cienfuegos sobre algunas propiedades fisical de un suelo pesado // Centro agr., 1985.12.1. P. 3–12.
32. Chaney K., R.S. Swift. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soils // J. Soil Sci., 1984. 35. P.223–230.
33. Tisdall J.M., Oades J.M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass // Aust. J. Soil Res., 1979. 17. P. 429–441.