

Authors' personal details

Anastasia Bondarenko, Candidate of Geographical Sciences, head of the laboratory of Agricultural Technologies of Vegetable Crops, Caspian Agrarian Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, 416251, Astrakhan region, Chernoyarsky district, Severny kvartal, 8, e-mail: pniiiaz@mail.ru, bondarenko-a.n@mail.ru (ORSIDID # 0000-0003-4816-5667).

Currently, obtaining high vegetable yields is a priority for the agro-industrial complex in Astrakhan region. This aim can be reached only through introduction of new agricultural cultivation techniques. One of the ways to meet the challenge is application of growth-stimulating products and advanced hybrids of domestic selection at all stages of crop vegetation. For the first time in 2016–2018, the two-factor field experiment conducted at «Caspian agrarian federal scientific centre of the Russian Academy of Sciences» revealed the most promising variants for the North of Astrakhan region. The variant combined background introduction of mineral nutrition at $N_{110}P_{105}K_{75}$, as well as foliar treatment with growth stimulants during the growing season of cucumbers under drip irrigation. The paper deals

with the analysis of yield data and the adaptability coefficient of various cucumber hybrids against growth stimulants combined with different levels of mineral nutrition. The study on the cultivation of cucumber hybrids under various doses of mineral fertilizers combined with foliar (leaf) treatments showed that the variants $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Megafol and $N_{110}P_{105}K_{75}$ + Vitazim had both high yield indices and yield shares relative to the average index (%) and adaptability coefficient. Cucumber hybrids «Moya simpatiya F₁ (My sympathy F₁)», «Музыкальные пальчики (Musical fingers)» and Kukolka (Baby doll) were the most productive compared to all other studied hybrids. The productivity was especially evident at the increased dose of mineral nutrition $N_{110}P_{105}K_{75}$ in combination with leaf treatments.

© Бондаренко А.Н.

УДК 631.459; 631.6.02

DOI: 10.31563/1684-7628-2020-53-1-12-20

А.П. Жидкин, М.А. Комиссаров

ЭРОЗИОННО-АККУМУЛЯТИВНЫЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ПРЕДУРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Ключевые слова: комбинация; карст; ложбина; эродированность почвенного покрова; чернозем; пашня.

Введение. Республика Башкортостан (РБ) является одним из самых критичных регионов в России по интенсивности эрозии почв, согласно Государственному докладу [4]. Развитию эрозионных процессов в РБ способствуют его физико-географические особенности. Прежде всего, для региона характерна сильная расчлененность рельефа, более 42 % сельскохозяйственных угодий расположено на склонах крутизной 1–5° [3]. В значительной степени развита ливневая эрозия в связи с частой повторяемостью ливневых осадков, которая составляет 37,3 % от суммы годовых [12]. Суровые и снежные зимы, глубокое промерзание почвы способствуют также развитию эрозии почв в период весеннего снеготаяния [6].

Данный регион имеет богатую историю изучения эрозии почв. Однако эти исследования проводили преимущественно в масштабе макро-рельефа. Особенности протекания эрозионно-

аккумулятивных процессов в рельефе более крупного порядка (мезо- и микрорельефе), а также влияние этих процессов на почвенный покров практически не изучены в РБ [16]. Широко известно, что эрозионно-аккумулятивные процессы связаны непосредственно с микро- и мезорельефом, которые определяют направление движения водных потоков и пространственный рисунок ареалов эродированных и намывных почв. В работе [14] на примере детального изучения малого водосбора показаны черноземные комплексы и их связь с микрорельефом на Среднерусской возвышенности. Установлено, что состав, генезис и морфология микроструктур почвенного покрова зависят от условий эродированности и увлажнения почв на различных элементах мезо- и микрорельефа. М.И. Фишманом выделены различные типы микроструктур почвенного покрова: аккумулятивно-эрозионный тип, приуроченный к небольшим ложбинам или

зонам аккумуляции наносов, и эрозионно-карбонатный тип, относящийся к участкам крутых сильнорасчлененных склонов. Данные типы микроструктур имеют широкое распространение на территории Среднерусской возвышенности.

Мезо- и микрорельеф Южного Урала и Предуралья существенно отличается от Среднерусской возвышенности, преимущественно это связано с развитием суффозионных процессов, т. е. карста. В РБ карстующиеся породы распространены на около 50 % территории. Почти 30 % площади в РБ поражено поверхностными карстопроявлениями, около 45 % городского и не менее 20 % сельского населения проживает в районах развития карста. Ежегодно здесь фиксируется образование десятков новых провалов, один раз в 5–6 лет возникают аномально крупные провалы диаметром более 15 м и глубиной > 10 м [11]. В результате этого лесостепная зона Предуралья и, в частности, Уфимский район РБ характеризуются выраженным мезо- и микрорельефом, формирование которого обусловлено комплексным воздействием различных экзогенных процессов. Многочисленные эрозионные ложбины и карстовые просадки характеризуются многообразием форм, размеров и выраженностью в рельефе. Ввиду их большого количества они тем или иным образом вовлечены в состав сельскохозяйственных угодий.

Традиционные исследования почвенного покрова, как правило, опираются на редкую сеть почвенных разрезов без учета мезо- и микрорельефа. Согласно [8], почвенные обследования 10000 масштаба должны проводиться с заложением одного почвенного разреза на 10–25 га в зависимости от категории сложности территории. Фактически современные почвенные обследования в РБ [15] проводятся с учетом заложения 1 разреза на несколько сотен га. Сложно оценить качество интерполяции почвенных свойств при проведении такого рода почвенных обследований в условиях дефицита информации о мезо- и микроструктурах почвенного покрова.

Цель исследования – детальное изучение и картографирование почвенного покрова ключевых участков в лесостепной зоне Предуралья РБ с целью выявления состава почвенных комбинаций, долевого участия почв разной степени эродированности и роли эрозионно-аккумулятивных/суффозионных процессов в формировании микроструктур почвенного покрова.

Объекты и методы исследования. Ключевые участки были выбраны в пределах Уфимского района РБ. Территория исследования характеризуется умеренно континентальным, достаточно влажным климатом со среднегодовой

температурой воздуха +3,8 °С. Гидротермический коэффициент Селянинова составляет 1,0–1,2. Среднегодовое количество осадков – 589 мм, около трети из них выпадает в твердом виде [1]. Почвы участков представлены черноземами глинисто-иллювиальными (*Luvic Chernozems (Aric, Pachic)*). Этот тип почвы является наиболее распространенным в Южном Предуралье, более 70 % из них сформированы на склонах 1–7° [9].

Участок «Начапкино» (54.849851 с. ш., 55.719941 в. д.) расположен в непосредственной близости от одноименной деревни и характеризуется высоким эрозионным потенциалом рельефа в связи с юго-восточной экспозицией склона, высокими максимальными уклонами до 7 градусов, длинной протяженностью линий тока – около 1 км. Форма склона выпукло-вогнутая. На обследуемом участке площадью ~ 1 км² присутствуют многочисленные нераспахиваемые карстовые воронки (10 штук) разного размера и глубины, располагающиеся в различных частях склона. Рельеф участка осложнен большим количеством распахиваемых ложбин и небольшими слабо выраженными в рельефе карстовыми просадками. Густая сеть ложбин простирается от верхней до нижней части склона и образует сложный рисунок. Некоторые ложбины отклоняются от направления падения склона мезорельефа на 30–45 градусов в восточном направлении. Вероятно, образование таких ложбин обусловлено воздействием группы экзогенных процессов (эрозии и суффозии). Некоторые ложбины начинаются широкими овальными понижениями, напоминающими карстовые просадки. На участке «Начапкино» было изучено 39 почвенных профилей. Точки закладывали по 4 катенам, а также дополнительно между катенами в наиболее характерных частях ложбин и распахиваемых карстовых понижений.

Ключевой участок «Подымалово» (54.7573 92 с. ш., 55.760632 в. д.) расположен в 10 км севернее от участка «Начапкино», в 1,5 км к юго-западу от д. Подымалово. Участок характеризуется схожей с «Начапкино» морфологией склонов: выпукло-вогнутой формой, протяженностью около 1 км, максимальной крутизной около 6 градусов. Однако экспозиция склона участка «Подымалово» – северная. На участке присутствуют многочисленные субпараллельные ложбины, густота которых приблизительно соответствует густоте ложбин участка «Начапкино». Стоит отметить, что карст в «Подымалово» выражен значительно слабее и в пределах исследуемого участка присутствует только одна нераспахиваемая просадка в нижней (выполо-

женной) части склона. Основные точки опробования закладывали внутри и параллельно по краевой части ложбин. Всего на участке «Подымалово» было исследовано 30 почвенных профилей.

На водораздельных плоских участках в зонах отсутствия интенсивной эрозии (между изучаемыми объектами «Начапкино» и «Подымалово») были заложены точки опробования с целью выявления эталонных мощностей гумусовых горизонтов почв.

Результаты исследования. На основе результатов полевых исследований почвенного покрова, топокарт и разновозрастных космических снимков были составлены детальные почвенные карты распаханых территорий ключевых участков (рисунки 1 и 2). Данные карты наглядно демонстрируют пространственные особенности микроструктур почвенного покрова исследованных ключевых участков, формирование которых во многом обусловлено эрозионно-аккумулятивными процессами.

Разделение черноземов по степени эродированности проводили согласно [5] следующим

образом: слабосмытые – смыто до 30 % первоначальной мощности гумусовых горизонтов $A_1 + A_1B$; среднесмытые – гумусовые горизонты смыты на 30–50 %, сильносмытые – смыта большая часть (более 50 %) $A_1 + A_1B$. Выделение степени намытости почв проведено на основе авторского подхода (аналогичное подходу определения степени эродированности почв): слабо намытые – намыто до 30 % первоначальной мощности гумусовых горизонтов $A_1 + A_1B$; средне намытые – гумусовые горизонты увеличены на 30–50 %, сильно намытые – намыто больше более 50 % первоначальной мощности $A_1 + A_1B$.

Выбор эталона неэродированной почвы является существенной проблемой [13]. В нашем исследовании за эталон были взяты почвы, расположенные на широких плоских водораздельных участках, немного удаленных от ключевых участков. В обоих случаях мощности гумусовых горизонтов эталонных почв составили около 60 см. Таким образом, были введены следующие критерии степени эродированности и намытости почв (таблица 1).

Таблица 1 Критерии степени эродированности и намытости почв для исследованных ключевых участков

Степень эродированности или намытости	Сильно намытые	Средне намытые	Слабо намытые	Слабоэродированные	Среднеэродированные	Сильноэродированные
Мощность гумусовых горизонтов ($A_1 + A_1B$)	> 90 см	78–90 см	60–78 см	42–60 см	30–42 см	< 30 см

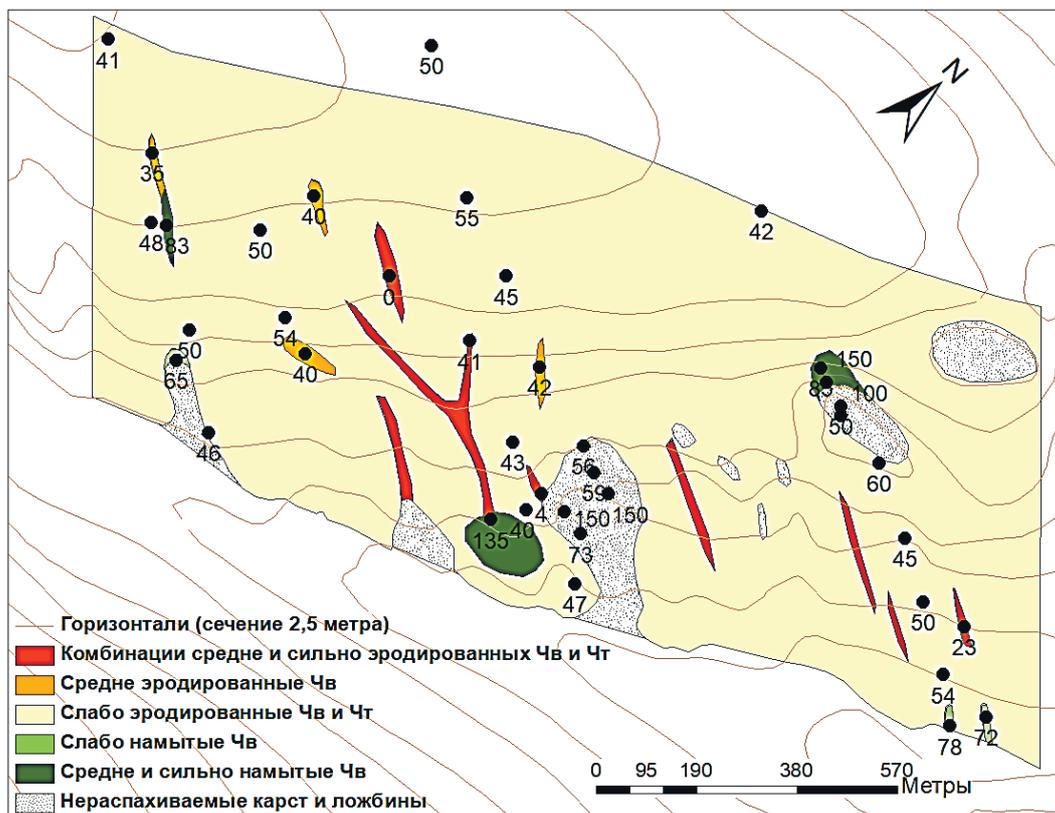


Рисунок 1 Почвенная карта распаханной территории участка «Начапкино»

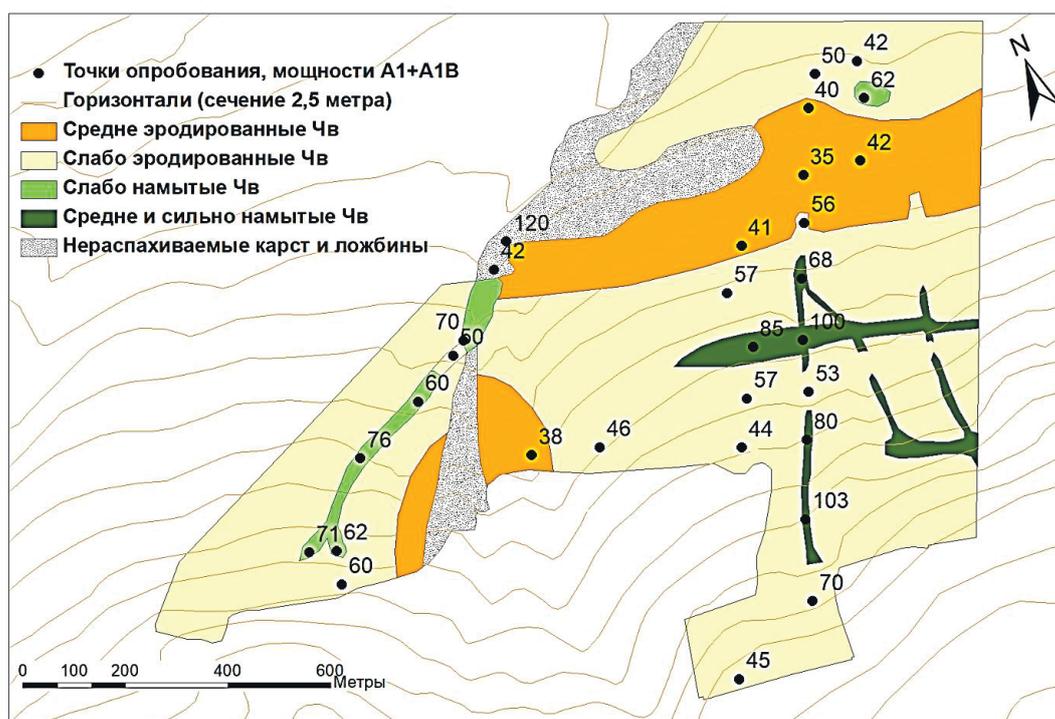


Рисунок 2
Почвенная карта распахиваемой территории участка «Подымалово»

На ключевом участке «Начапкино» основная часть исследованной территории занята черноземами типичными и выщелоченными слабо эродированными (рисунок 1). Черноземы типичные преимущественно приурочены к восточной части территории исследования. Вероятно, близкое залегание карбонатов к дневной поверхности здесь обусловлено слабым вымыванием талыми и ливневыми водными потоками, а именно в связи с перехватом водного стока карстовой просадкой, расположенной в верхней части склона. Также черноземы типичные локально встречаются в средней и нижней частях склонов в центральной части участка исследования. В западной части встречаются исключительно черноземы выщелоченные, что, вероятно, обусловлено гранулометрическим составом почв, в отличие от остальной части участка. Здесь черноземы имеют более легкий среднесуглинистый опесчаненный состав. Вероятно, это способствует лучшей инфильтрации поступающих атмосферных осадков вглубь почвенных профилей и выщелачиванию из них карбонатов. На почвенной карте черноземы типичные отображены в комбинации с черноземами выщелоченными, поскольку они встречаются локально и не образуют ареалов с четко выраженными границами.

Неглубокое залегание карбонатов в почвах участка «Начапкино» выявлено также для сильноэродированных почв, в некоторых случаях вскипание от 10 % HCl проявлялось даже с поверхности (северо-западная часть участка).

Сильно- и среднеэродированные почвы на участке «Начапкино» приурочены исключительно к распахиваемым ложбинам и карстовым просадкам.

Области аккумуляции наносов на участке «Начапкино» приурочены к конусам выноса ложбин и верхним частям нераспахиваемых карстовых просадок.

На ключевом участке «Подымалово» микро-структуры почвенного покрова отличаются от рассмотренного выше участка «Начапкино». Почти все почвы представлены черноземами выщелоченными, чернозем типичный был встречен только в одной точке (рисунок 2, $A_1 + A_1B = 85$). Преобладание черноземов выщелоченных, вероятно, обусловлено северной экспозицией склона участка «Подымалово». Экспозиционные различия в почвенном покрове подтверждают литературные данные [7, 10].

На участке «Подымалово» отсутствуют сильноэродированные почвы. Однако среднеэродированные почвы распространены намного более широко, чем на участке «Подымалово», и формируют протяженные ареалы в нижних наиболее крутых (до 7 градусов) частях склонов участка.

Наибольший контраст в проявлении эрозионно-аккумулятивных процессов изученных участков проявляется в почвенном покрове ложбин. На участке «Начапкино» почвы почти всех ложбин средне- и сильноэродированы, а на участке «Подымалово» в ложбинах отмечается практически повсеместная аккумуляция наносов.

Влияние мезо- и микрорельефа на почвенный покров проявляется при анализе мощностей гумусовых горизонтов почв на обоих участках. Выявлены существенные различия в мощностях гумусовых горизонтов почв на участках склонов с отсутствием выраженных ложбин и карстовых просадок, а также в самих ложбинах и карстовых просадках. На участках склонов с отсутствием геоморфологических проявлений на поверхности почвы варьирование мощностей гумусовых горизонтов относительно небольшое. На ключевом участке «Начапкино» мощности горизонта A_1 варьируют от 20 до 43 см, а горизонта A_1B – от 35 до 78 см; при этом коэффициенты вариации (V) мощностей гумусовых гори-

зонтов A_1 и A_1B были в средней категории ($V \sim 20\%$) (таблица 2, рисунок 3), несмотря на относительно высокий эрозионный потенциал рельефа, обусловленный большими уклонами (до 6–7 градусов). На ключевом участке «Подымалово» мощности горизонта A_1 варьируют от 14 до 38 см, а горизонта A_1B – от 41 до 85 см; статистическая степень рассеивания мощностей гумусовых горизонтов A_1 и A_1B составила около 30%. Таким образом, на участках с ненарушенным рельефом и без видимых на поверхности проявлений экзогенных процессов (ложбин, оврагов, карстовых воронок и т. п.) мощности гумусово-аккумулятивных горизонтов оказались статистически однородными ($V < 30\%$).

Таблица 2 Коэффициенты вариации мощностей гумусовых горизонтов почв ключевых участков

Участок	Горизонт	Вне ложбин и просадок		В ложбинах		В просадках	
		профилей, шт.	коэффициент вариации	профилей, шт.	коэффициент вариации	профилей, шт.	коэффициент вариации
Начапкино	A_1	18	19,4 %	10	65,1 %	11	99,5 %
	$A_1 + A_1B$		19,4 %		81,4 %		47,8 %
Подымалово	A_1	8	29,5 %	11	75,4 %	–	
	$A_1 + A_1B$		28,1 %		36,1 %		

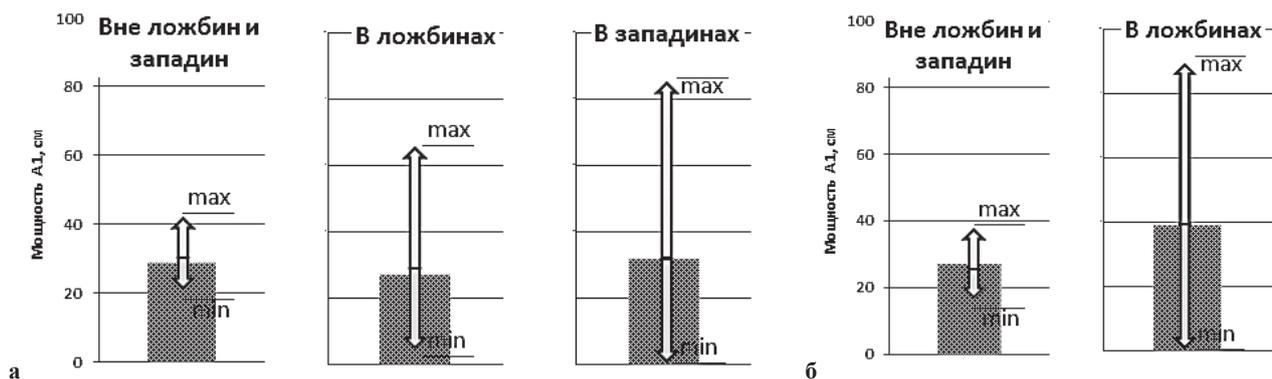


Рисунок 3

Мощность горизонта A_1 в почвах участков «Начапкино» (а) и «Подымалово» (б). Столбиками показаны средние арифметические значения, стрелками – минимальное и максимальное

Внутри распахиваемых ложбин и карстовых просадок отмечается существенно более высокое варьирование мощностей гумусовых горизонтов A_1 (до 65 см на участке «Начапкино» и 91 см на участке «Подымалово») и A_1B (до 135 см на участке «Начапкино» и 103 см на участке «Подымалово»). При этом коэффициенты вариации мощностей гумусовых горизонтов почв внутри распахиваемых ложбин и карстовых просадок существенно (в несколько раз) выше, чем вне ложбин и просадок.

Наиболее контрастные морфологические свойства почв выявлены внутри крупных распахиваемых ложбин и карстовых просадок. Так, на участке «Начапкино» мощности горизонта A_1 варьируют от 0 до 86 см, а A_1B – от 40 до 150 см; совокупность мощностей гумусовых горизонтов A_1 и A_1B при этом характеризуется как неодно-

родная, то есть отношение стандартного отклонения к среднему – высокое ($V > 30\%$).

Условия формирования почв в исследованных карстовых просадках участка «Начапкино» отличаются. В карстовой просадке № 1 (восточная часть участка) в условиях водозастойного типа водного режима формируются переувлажненные глеевые почвы, состоящие из перегнойного и глеевого горизонтов. В группе, состоящей из нескольких карстовых просадок № 3 (южная часть участка), формируются черноземы с мощными гумусовыми горизонтами, в нижней части склона перекрытыми мощными (до 150 см) намытыми горизонтами. Доставка наносов в данную часть просадки происходит по протяженной, хорошо выраженной в рельефе ложбине. Эта ложбина пересекает основной склон под углом и перехватывает значительную часть

наносов, смываемых с верхней части склона в результате плоскостного смыва.

В целом можно отметить, что все нераспахиваемые ложбины и карстовые просядки в той или иной степени подвержены поступлению наносов, смываемых с вышележащих распахиваемых земель. В условиях промывного типа водного режима почв аккумуляция наносов четко маркируется по слоистости, иногда наличию светлых (белесоватых) прослоев, а также включениям веток, камней, мусора и других артефактов. В полугидроморфных и гидроморф-

ных условиях формируются лугово-черноземные почвы с гумусово-перегнойным горизонтом, в котором отличить наносы от погребенной почвы затруднительно.

Дополнительно была проведена оценка пространственных параметров ареалов выделенных почв и почвенных комбинаций. В программе ArcGIS 10.1 были посчитаны площади почвенных ареалов и долевое участие распахиваемых почв разной степени эродированности и намытости, а также не распахиваемых почв карстовых просядок и ложбин (рисунок 4).



Рисунок 4
Долевое участие распахиваемых почв разной степени эродированности и намытости, не распахиваемых почв карстовых просядок и ложбин

На обоих участках доминируют слабо эродированные почвы (рисунок 4). Сильно- и среднеэродированные почвы имеют четкую локализацию на обоих участках (на участке «Начапкино» – в распахиваемых ложбинах и карстовых просядках; на участке «Подымалово» – в нижних, наиболее крутых частях склонов). Долевое участие сильно- и среднеэродированных почв на исследованных участках отличается. На участке «Начапкино», несмотря на южную экспозицию, сильно- и среднеэродированные почвы занимают менее 2 % территории исследования, на участке «Подымалово» сильноэродированные почвы не обнаружены, а среднеэродированные занимают почти пятую часть территории. Ареалы намытых почв также имеют четкую локализацию. Долевое участие намытых почв на участке «Начапкино» невелико, лишь около 1,5 %, основные области разгрузки наносов приходятся на нераспахиваемые карстовые просядки и овражно-балочную сеть. На участке «Подымалово» значительная часть наносов аккумулируется в пределах пашни в днищах распахиваемых ложбин и карстовых просядок, долевое участие намытых почв составляет более 7 %.

Выводы. Проведенные детальные исследования на ключевых участках свидетельствуют о выраженных связях между рельефом (разного порядка) и структурой почвенного покрова исследованных территорий. Ведущим агентом

трансформации почвенного покрова в лесостепной зоне Предуралья является комплекс эрозионно-аккумулятивных, экзогенных и суффозионных процессов. Наиболее значительные изменения приурочены к мезо- и микропонижениям рельефа.

Карстовые понижения являются преимущественно зонами аккумуляции наносов, в особенности залуженные участки, не распахиваемые в настоящее время. Распахиваемые ложбины на одном из участков являются преимущественно зонами интенсивной эрозии почв; на другом участке – преимущественно зонами аккумуляции наносов. Необходимо дальнейшее более подробное изучение эрозионно-аккумулятивных процессов в ложбинах для объяснения выявленных на ключевых участках различий. Возможно, различия обусловлены разницей в экспозиции и морфологии склонов либо периодическим чередованием процессов эрозии и аккумуляции наносов во времени [17].

Выявлены незначительные различия в мощностях гумусовых горизонтов почв на участках склонов с отсутствием ложбин и карстовых просядок, и существенные – при их наличии. Коэффициенты вариации мощностей горизонтов А₁ и А₁В в карстовых просядках в 2,5–5 раз выше, а в ложбинах – в 1,5–4 раза выше, чем на участках склонов с отсутствием выраженных ложбин и карстовых просядок, при этом средние по участ-

кам мощности гумусовых горизонтов слабо отличаются на разных элементах рельефа.

Суммарные площади эродированных и намытых почв в пределах распаханых понижений рельефа относительно невысоки и составили менее 10 % от площади пашни в пределах ключевых участков. Эти показатели, выявленные для лесостепных участков РБ, существенно ниже литературных данных для Среднерусской возвышенности (согласно данным [14]). Полученные результаты свидетельствуют, что погрешности картографирования эродированности почвенного покрова лесостепной зоны РБ

без учета мезо- и микрорельефа должны быть относительно невелики (менее 10 %) в случае заложения сети почвенных разрезов вне ложбин, потяжин и карстовых понижений. Однако при картировании таких участков с выраженным мезо- и микрорельефом на склонах рекомендуется указывать вероятностное долевое участие средне-, сильноэродированных и намытых почв в составе почвенных комбинаций.

Благодарность. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-35-20011.

Библиографический список

1. Абдрахманов, Р.Ф. Водно-балансовая станция [Текст] / Р.Ф. Абдрахманов, Б.Н. Батанов, И.М. Габбасова и др. Уфа: Башкирский ГАУ, 2002. 82 с.
2. Габбасова, И.М. Изменение эродированных почв во времени в зависимости от их сельскохозяйственного использования в Южном Предуралье [Текст] / И.М. Габбасова, Р.Р. Сулейманов, И.К. Хабилов, М.А. Комиссаров, М. Фрюауф, П. Либельт, Т.Т. Гарипов, Л.В. Сидорова, Ф.Х. Хазиев // Почвоведение. 2016. № 10. С. 1277–1283.
3. Габбасова, И.М. Распространение, типология и оценка состояния деградированных почв Республики Башкортостан [Текст] / И.М. Габбасова, И.К. Хабилов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2010. № 2. С. 3–11.
4. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 г. [Текст]: Государственный доклад. М.: Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 2006.
5. Классификация и диагностика почв СССР [Текст] / Сост. чл.-кор. ВАСХНИЛ В.В. Егоров, профессора В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова и др.; Почв. институт им. В. В. Докучаева. Москва: Колос, 1977. 223 с.
6. Комиссаров, М.А. Эрозия почв при снеготаянии на пологих склонах в Южном Предуралье [Текст] / М.А. Комиссаров, И.М. Габбасова // Почвоведение. 2014. № 6. С. 734–743.
7. Лучицкая, О.А. Плодородие почв и рельеф [Текст] / О.А. Лучицкая, В.Н. Башкин // Почвоведение. 1994. № 9. С. 75–79.
8. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований [Текст]: [Утв. 23 VI 1972 г.] / Министерство сельского хозяйства СССР. Гл. упр. землепользования и землеустройства. М.: Колос, 1973. 95 с.
9. Почвы Башкортостана, Т. 1: Эколого-генетическая и агропроизводственная характеристика [Текст] / Ф.Х. Хазиев, А.Х. Мукатанов, И.К. Хабилов, Г.А. Кольцова, И.М. Габбасова, Р.Я. Рамазанов. Уфа: Гилем, 1995. 384 с.
10. Проценко, Е.П. Базовые свойства и режимы почв полярно ориентированных склонов [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.03 / Е.П. Проценко; Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. Курск, 2004. 46 с.
11. Смирнов, А.И. Гис-технологии в изучении опасных геологических процессов южного Урала и Предуралья [Текст] / А.И. Смирнов, В.Н. Дурнаева, Р.Ф. Абдрахманов // Геологический вестник. 2018. № 3. С. 137–143.
12. Соболев, Н.В. Влияние различной интенсивности дождей и крутизны склонов на развитие эрозии почв в Южном Предуралье (модельный опыт) [Текст] / Н.В. Соболев, И.М. Габбасова, М.А. Комиссаров // Почвоведение. 2017. № 9. С. 1134–1140.
13. Современные проблемы эрозиоведения [Текст]: Recent developments in erosion science / Ф.Н. Лисецкий, А.А. Светличный, С.Г. Черный; Нац. исслед. ун-т «Белгородский гос. ун-т», Одесский нац. ун-т им. И.И. Мечникова, Николаевский гос. аграрный ун-т; под ред. А.А. Светличного. Белгород: Константа, 2012. 455 с.
14. Фишман, М.И. Черноземные комплексы и их связь с рельефом на Среднерусской возвышенности [Текст] / М.И. Фишман // Почвоведение. 1977. № 5. С. 17–30.
15. Хасанов, А.Н. Современное состояние плодородия почв агроландшафтов южной лесостепи Республики Башкортостан [Текст]: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.13 / Хасанов Айрат Науратович; Башкирский ГАУ. Уфа, 2019. 143 с.
16. Шамшурина, Е.Н. Эрозионные процессы на территории Республики Башкортостан: история изучения и современное состояние [Текст] /

Е.Н. Шамшурина, М.А. Комиссаров, А.П. Жидкин // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях: материалы V Всероссийской научной конференции с международным участием. Москва, 2019. С. 412–414.

17. Belyaev V.R., Golosov V.N., Sidorchuk A.Yu., Wallbrink P.J., Murray A.S. A comparison of methods for evaluating soil redistribution in the severely eroded Stavropol region, southern European Russia. *J. Geomorphology*. 2005. V. 65 (3-4). P. 173–193.

Сведения об авторах

1. **Жидкин Андрей Петрович**, orcid.org/0000-0003-3995-9203, кандидат географических наук, старший научный сотрудник кафедры геохимии ландшафтов и географии почв, географический факультет, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1; старший научный сотрудник Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2, e-mail: gidkin@mail.ru.

2. **Комиссаров Михаил Александрович**, orcid.org/0000-0001-6135-7212, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории почвоведения, Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН, 450054, г. Уфа, пр. Октября, 69, e-mail: mkomissarov@list.ru.

Проведены детальные исследования почвенного покрова на двух ключевых участках, расположенных в лесостепной зоне Республики Башкортостан. Выявлено, что ведущим фактором в формировании микроструктур почвенного покрова (МПП) являются эрозионно-аккумулятивные и суффозионные процессы, широко развитые в данном регионе. Наиболее значительные отклонения в свойствах почв приурочены к мезо- и микропонижениям рельефа. Варьирование мощностей гумусовых горизонтов почв внутри ложбин и карстовых просадок в несколько раз выше, чем на участках склонов без выраженных мезо- и микропонижений. Помимо изменения в степени эродированности почв со-

став комбинаций МПП обусловлен водным режимом почв и глубиной залегания карбонатов, также связанных с мезо- и микрорельефом. Особенности формирования МПП в ложбинах требуют дополнительного и более детального исследования, поскольку эрозионные процессы в них протекают разнонаправленно на разных ключевых участках. Карстовые просадки на исследованных ключевых участках являются преимущественно зонами аккумуляции наносов. Общая площадь эродированных и намывных почв в пределах распаханых понижений рельефа относительно невысока и составила менее 10 % от площади пашни в пределах исследованных участков.

A. Zhidkin, M. Comissarov

EROSION AND ACCUMULATION MICROSTRUCTURES OF SOIL COVER IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE CIS-URALS, THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Key words: combination; karst; hollow; erosion degree of the soil cover; black soil; arable land.

Authors' personal details

1. **Andrey Zhidkin**, orcid.org/0000-0003-3995-9203, Candidate of Geographical Sciences, senior researcher at the Department of Landscape Geochemistry and Soil Geography, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1; senior researcher at Soil Institute named after V.V. Dokuchaev, 119017, Moscow, Pyzhevsky pereulok, 7, bld. 2, e-mail: gidkin@mail.ru.

2. **Mikhail Komissarov**, orcid.org/0000-0001-6135-7212, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory of Soil Science, Ufa Institute of Biology, UFRS RAS, 450054, Ufa, prospect Oktyabrya, 69, e-mail: mkomissarov@list.ru.

A detailed study of soil cover was carried out in two key areas located in the forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan (RB). The study revealed that erosion-accumulative and suffusion processes, that are widely developed in this region, are

the leading factor in the formation of soil cover microstructures (SCM). The most significant deviations in soil properties are confined to meso- and micro-lowering of the relief. The variation in the thicknesses of the humus horizons of soils inside the

hollows and karst subsidences is several times higher than in the sections of the slopes without marked meso- and microdepressions. In addition to changes in the degree of soil erosion, the composition of SCM combinations is determined by the water regime of soils and the depth of carbonates occurrence, which are also associated with the meso- and microrelief. Features of the SCM in the hollows

require additional and more detailed research, since multidirectional erosion processes can take place at different key sites. Karst subsidence in the studied areas is mainly represented by sediment accumulation zones. The total area of eroded and reclaimed soils within the range of ploughed relief depressions is relatively low and is less than 10 % of the arable land within the studied areas.

© Жидкин А.П., Комиссаров М.А.

УДК 631.4:630*322.22(470.57)

DOI: 10.31563/1684-7628-2020-53-1-20-26

Б.С. Мурзабулатов, И.С. Миннихметов, О.Н. Лыкасов

МОНИТОРИНГ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ ЗАУРАЛЬЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Ключевые слова: почва; деградация почвы; плодородие почвы; лесной питомник; агроландшафт.

Введение. Создание искусственных лесных насаждений на всех территориях является основным фактором связывания углекислого газа в различных сельскохозяйственных зонах [19]. Рост содержания гумуса в почвах наблюдается при самозаращении лесными насаждениями пахотных земель [1], уменьшение содержания – при посадке леса на пастбищах и лугах; также положительный баланс гумуса – при количестве осадков до 800–1000 мм, отрицательный – более 1000 мм. Таким образом, при посадке леса на деградированных почвах сельскохозяйственных угодий происходит положительная динамика баланса гумуса при оптимальных увлажнении и наличия в насаждениях травянистого покрова. Также посадка леса оказывает воздействие на состав почвенно-поглощающего комплекса. Многие исследователи отмечают, что под хвойными насаждениями с увеличением влажности почв и возраста леса происходит увеличение кислотности почв [20]. В работах С.И. Коржинского [5], М.Е. Ткаченко [16, 17], К.П. Горшенина [2] изучены признаки деградации почв. Под древесными насаждениями уменьшается содержание гумуса, увеличивается кислотность, ухудшается структура почвы. Многие исследователи акцентировали внимание на положительном влиянии лесных культур на свойства исходных почв, поэтому не включали эти показатели в признаки их деградации [7, 8]. К признакам деградации почв относили улучшение водно-физических и физических показателей, увеличение мощности гумусового горизонта, выщелачивание легкорас-

творимых солей [3, 4, 8, 13, 15, 18]. Высокая увлажнённость может приводить к заметной деградации почвы, сформировавшейся под травяной растительностью. Выявлено существенное изменение свойств горно-луговых почв плато Ай-Петри под влиянием искусственных лесных насаждений (сосны, берёзы, лиственницы), созданных на Крымских нагорьях в середине прошлого столетия. Под лесной растительностью произошло увеличение доли крупных агрегатов в составе почвенной структуры, уменьшение гумусированности, увеличение кислотности и содержания железа из органоминеральных соединений по сравнению с почвами под луговой растительностью [6]. В Республике Башкортостан (РБ) происходит нарушение природной экологической системы при добыче строительных материалов, полезных ископаемых в месторождениях, а также при интенсивной вырубке лесов. Леса – возобновляемый ресурс, который восстанавливается медленно и малоценными в хозяйственном отношении породами в связи с климатическими, почвенными и антропогенными факторами. Поэтому актуальным направлением является воспроизводство лесных насаждений высококачественным посадочным материалом, выращенным в лесных питомниках.

Цель и задачи исследования. Выявление изменений лесорастительных свойств почв лесных питомников Зауралья РБ при выращивании посадочного материала, создании лесоагроландшафтов, моделировании антропогенно-преобразованных земель.