

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ НА ЛИТОЛОГИЧЕСКИ ОДНОЧЛЕННЫХ МАТЕРИНСКИХ ПОРОДАХ И ИХ ДЕГРАДАЦИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И АГРОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В.Д. Лисица¹, Т.В. Бубнова², С.В. Шульгина², И.И. Бубен³

¹ Белорусское общество почвоведов

² Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

³ Проектный институт «Белгипрозем», г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Уникальная роль глинистых минералов и гумуса в определении фундаментальных свойств почв была замечена агрономами и землепользователями очень давно. Так еще Колумелла (I в.н.э.) приводил пример, когда его дядя на «песчаные места возил глину, а на глинистые с очень плохой почвой – песок и добивался не только щедрого урожая хлебов, но и выращивал прекрасные виноградники» [1]. В начале второго тысячелетия (ок. 1193-1280 гг.) немецкий философ и богослов Альберт фон Больштедт рекомендовал «плохие почвы «врачевать», вносить в «холодную» почву «рытую глину», а в плотную почву – песок» [2]. В 1531 г. его соотечественник, агроном, не указывая своей фамилии, о почве написал следующее: «Если почва чересчур *глиниста*, надо смешивать ее с *песком* или хорошо выдержанным навозом; если же она настолько *песчана*, что влага из нее быстро исчезает – ее следует смешивать с *глиной* или опять-таки с навозом» [3].

На тесную связь гумуса и глинистых минералов указывал В.В. Докучаев [4]. Анализируя материалы Нижегородской экспедиции, он обнаружил, что содержание воды и гумуса возрастает параллельно увеличению глины. Позже, на основании обобщения большого количества экспериментальных данных, полученных при проведении всех видов почвенных обследований, справедливость этой мысли подтвердили: Роде А.А. [5]; Хан Д.В. [6]; Понамарева В.В., Плотнокова Т.А. [7]; Гришина Л.Д. [8]; Лисица В.Д. [9]; Тихонов С.А. [10]; Смеян Н.И., Ржеутская Г.А. [11]; Богдевич И.М. [12, 13]; Johanson С., Dakosta I. [14]; Schachtchabel P., Koster W. [15] и многие другие ученые.

Скорость минерализации гумуса определяется не только его биохимической устойчивостью, являющейся наивысшей в черноземах, но и степенью прочности связи гумусовых веществ с минеральной частью почвы [16]. Другими словами, эффективность гумификации растительных остатков обеспечивается тогда, когда они разлагаются в тесном контакте с минералами почв. В черноземных почвах около 60% гумуса прочно связано с косной составляющей, поэтому в них значительная часть гумусовых веществ минерализуется с меньшей скоростью [17].

В центре проблемы восстановления и увеличения плодородия черноземов, по мнению Б.П. Градусова [18], находится генетический аспект о механизмах и процессах агрегатообразования в почвах, осуществляемое благодаря физико-механическому взаимодействию *минеральных наноскопических тел и продуктов разложения биотического опада*.

Органо-минеральные соединения, которые образуются за счет части гумусовых веществ, поглощаемых интрамицеллярно минералами монтмориллонитовой группы, обладают большей устойчивостью к распаду даже под действием раствора щелочей [6]. Н.И. Горбунов и Д.С. Орлов [19] отрицают возможность вхождения целых молекул гуминовой кислоты в межслоевые промежутки глинистых минералов, так как размер этих молекул (70 Å) во много раз больше межпакетных промежутков (2,5 Å). Однако они допускают, что в межслоевое пространство могут входить концы боковых цепей гумусовых кислот, при этом образуются достаточно прочные органо-минеральные соединения. Кроме того, гумусовые кислоты, по их мнению, подвергаются предварительной частичной деструкции в кислой среде, и появляющиеся в этом случае свободные аминокислоты и моносахара легко поглощаются интрамицеллярно.

Сказанное выше позволяет понять, почему стремление резко увеличить содержание гумуса в почвах за счет внесения высоких доз органических удобрений и изменения структуры севооборотов без учета качественного и количественного содержания глинистых минералов не приносит результатов [20]. Следует отметить также, что свойства почв, их производительная способность и величина урожая определяются не только гранулометрическим составом. Так, проведенные исследования вещественного состава почвообразующих пород и развитых на них почв территории Беларуси показали, что физическая глина содержит более десятка минеральных компонентов, которые меняются от почвы к почве и от горизонта к горизонту, что по-разному влияет на содержание и прочность связи гумуса. Идея исключительности гранулометрического состава (дисперсности) почвы в определении ее свойств имеет место лишь при условии, когда заранее известен или определен минералогический состав.

В многочисленных публикациях ученые едины во мнении, что доминантой в формировании плодородия почв являются размеры, количество и качество глинистых минералов. Блестящим подтверждением тому служит эксперимент так называемого «Клуба 100 ц», созданного во Франции в Техническом институте зерновых и кормовых культур для получения урожая 100 и более ц/га озимой пшеницы, а также для определения факторов интенсификации производства этой культуры. В результате эксперимента установлено, что одним из обязательных условий для достижения поставленной цели является поддержание в пахотном горизонте количества глинистых минералов на уровне 31% [21]. При этом в ряду приоритетных факторов это условие занимает второе место после известкования.

Исследования Н.А. Михайловской также подтверждают значимость глинистых минералов в плодородии почв [22]. Полученные результаты показали, что калиплант (бактериальное удобрение, активизирующее биологическую мобилизацию почвенного калия) обеспечил наибольший уровень прибавок (3,6-5,4 ц/га) пшеницы разных сортов на *сильноэродированной* почве против 2,7-4,9 ц/га тех же сортов на *неэродированной и среднеэродированной* почвах.

Итак, во все времена неотъемлемым звеном плодородия почвы считается содержание в ней глины. Роль глинистых минералов в данном аспекте действительно уникальна, т.к. они обладают богатым химическим составом, находятся в тесной связи с гумусом, влагой, обменными катионами, определяют гидролитическую кислотность и др. Поэтому весьма актуальными являются исследования изменения *глинистого состояния естественных и окультуренных почв* под влиянием природных и агрогенных процессов, что определяет цель настоящей работы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследования послужили дерново-подзолистые естественные и окультуренные почвы Беларуси, в том числе земли Березинского, Пуховичского, Круглянского и Бельничского районов. Изучение проводилось с помощью микроскопического и гранулометрического методов анализа. Для исследования гранулометрического состава подбирались одни и те же площади, почвы которых обследовались в 1974-1980 (II тур) и в 1994-2003 гг. (корректировка). Предпочтение отдавалось материалам, выполненным в разное время одинаковым методом и, по возможности, одним и тем же аналитиком. Агрегатный уровень структурной организации почв изучался с помощью поляризационного и растрового микроскопов, а гранулометрический состав – методом «пипетки» по Н.А. Качинскому.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что по факту облегчения элювиальных горизонтов и утяжеления иллювиальных существуют три точки зрения: изначальная литологическая неоднородность материнских пород; лессиваж; кислотное разложение глинистых и других минералов с последующим перемещением и отложением их составляющих в нижележащем горизонте. Отметим, что согласно современным представлениям глинистые минералы могут перемещаться по профилю в разрушенном и неразрушенном состояниях. По мере выноса этих частиц (минералов) происходит постепенное облегчение элювиального горизонта, адекватное утяжеление иллювиального, его кальматаж, изменение водного режима и других свойств почв. Практически это означает, что любой механизм облегчения верхних горизонтов (лессиваж или кислотное разложение перемещаемых частиц) приводит к деградации (опустыниванию) и возрастанию в составе пахотного фонда доли проблемных почв с более низкой потенциальной продуктивностью, обусловленной потерей поверхностными горизонтами глинистых минералов-носителей плодородия. Величины этих потерь в естественных почвах Беларуси по данным многих исследователей [9, 11, 23-32] могут достигать внушительных размеров. Если количество глинистых минералов (илистых частиц) в моренных и лессовидных суглинках принять за «1», то коэффициенты основных генетических горизонтов почв, на них развивающихся, будут иметь следующие величины: 0,34-0,87 (A_1) – 0,20-0,79 (A_2) – 1,06-2,68 (B_1), что подтверждается приведенными в табл. 1 примерами.

Данные гранулометрического анализа хорошо согласуются с результатами микроморфологических исследований. По мнению ряда исследователей [23, 28, 29, 33, 34], характерным для иллювиального горизонта этих почв является текстурная мозаика плазмы (илистых частиц), представленной в разной степени вермикулитизированной диоктаэдрической гидрослюдой.

Одна часть плазмы имеет беспорядочно-чешуйчатую текстуру, другая – более «организована» в текстурном отношении. Они образуют волокнисто-чешуйчатые, сфералитовые и струйчатые агрегаты различных форм и размеров (рис. 1, фото 9-12). Глинистые агрегаты характеризуются настолько хорошо выраженной оптической ориентировкой слагающих их минералов, что кажутся под микроскопом монокристаллами (фото 9, 10, 12). Наличие в иллювиальном горизонте почв таких новообразований (глинистых кутан) свидетельствует о том, что в них когда-то имел место процесс интенсивного перемещения глинистых минералов из верхних горизонтов в нижележащие под воздействием гравитационной энергии. Количество перемещенных таким образом илистых частиц составляет в почвах Беларуси 5-20% от объема иллювиального горизонта. В результате дифференциации почвенного профи-

ля под совокупным влиянием всех почвообразующих факторов иллювиальные горизонты, обогатившись глинистыми частицами, превратились в *легкие* или *средние суглинки* (табл. 1). При этом формирование глинистых кутов происходило в начальные стадии дифференциации почвенного профиля [35]. Позже к аналогичному выводу пришли М.А. Бронникова, С.Н. Седов, В.О. Таргульян, изучая дерново-подзолистые почвы, развитые на покровных суглинках Московской области [36].

Верхние же горизонты оказались на уровне *рыхлых пылевато-песчанистых* или *песчанисто-алевритовых супесей* с редкими обломками кристаллических, преимущественно гранитных пород. В шлифах подзолистый горизонт имеет желтовато-бурую окраску. Песчано-алевритовый материал составляет 75-80% минерального скелета почвы, представлен кварцем (87%), полевыми шпатами (12%) и акцессорными минералами (1%). Степень окатанности минеральных зерен самая различная. Средне- и крупно-песчаные зерна кварца полуокатаны и угловато-окатаны (фото 7). Алевритовый же материал почти лишен следов окатанности, сильно корродирован (фото 4, 6). Значительная его часть представляет «бесформенные» реликты с извилистыми нечеткими (изъеденными) краями. Полевые шпаты значительно сильнее изменены. Часть зерен почти полностью разложена и замещена буроватым глинистым или суглинисто-глинистым веществом. При этом глинистые минералы типа иллита и каолинита развиваются, как правило, неравномерно по всей поверхности зерна и приурочены к трещинам или располагаются вдоль двойниковых швов. Чаще всего глинистое вещество образует неправильную извилистую «сетку», которая расчленяет зерно на отдельные отростки-реликты. Иногда на зернах полевых шпатов наблюдаются неправильные землистые скопления бурых гидрооксидов. Они образуют также более крупные плотные шарообразные стяжения (часто вместе с гумусом) размером до двух миллиметров. Кроме кварца и полевых шпатов, встречаются роговая обманка, ильменит, циркон, рутил, единичные зерна биотита, мусковита и др. Кристаллы роговой обманки в сильной степени корродированы. Многие из них осветлены. Возможно, хлоритизированные чешуйки биотита также претерпевают существенные изменения, они обесцвечены, гидратизированы, частично каолинизированы.

Высокодисперсное глинистое вещество, составляющее 5-8%, в проходящем свете имеет буровато-желтую окраску. Лишь в отдельных участках горизонта оно пропитано гидрооксидами железа или гумусом, от чего приобретает более интенсивный бурый цвет. Концентрируется пелитовый глинистый материал главным образом в углублениях и трещинах песчано-алевритовых зерен, с гладкой окатанной поверхности он полностью удален нисходящими почвенными растворами под влиянием гравитационной энергии (фото 7). Текстура цемента плазмы беспорядочно-чешуйчатая, в пленках параллельно-чешуйчатая. Состав цемента гетерогенный и полигенетичный. Кроме глинистых минералов, в нем содержатся в значительном количестве мелкие ксеноморфные реликты обломочных зерен кварца и полевых шпатов с извилистыми неровными краями. Обогащение цемента тонкодисперсным кварцем и полевыми шпатами происходило на месте в результате фракционирования более крупных зерен под влиянием почвообразовательных процессов (фото 5, 6).

Остаточное (5-8%) количество глинистых минералов (частиц плодородия) в облегченной (опустыненной) деградированной части профиля удерживается кулоновскими ван-дер-ваальсовыми силами и силами пленок ориентированной связанной «нежидкой» воды [37].

Агропочвенной науке неизвестно, как долго продолжался процесс облегчения наших почв. Однако достоверно известен их возраст – около 10000 лет. Так, согласно литературным источникам палеографическая обстановка, в которой формировались почвы, следующая.

В раннем голоцене (10-7,8 тыс. л.н.) моренные и лессовидные суглинки теряют свою карбонатную составляющую в связи с потеплением климата, увеличением влажности и появлением хвойно-широколиственных лесов. При этом в верхней части пород относительно накапливается кварц (табл.2) с более высокой энергией кристаллической решетки [38]. После выщелачивания ионов Ca^{2+} глинистая субстанция становится более подвижной. Происходит облегчение (опустынивание/деградация) верхней части профиля. Здесь же линейные расстояния между скелетными зернами одинаковой размерности сокращаются в 1,5-2 раза.

Таблица 1

Гранулометрический состав естественных дерново-подзолистых почв, сформировавшихся на различных по возрасту и генезису почвообразующих породах

Генетический горизонт	Мощность горизонта, м	Размеры фракции (мм) и ее содержание (%)														Отношение содержания фракции <0,001 мм в генетическом горизонте к ее содержанию в почвообразующей породе
		>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	
Почва, развивающаяся на вюрмской морене Витебской области																
A ₁	0,00-0,13	-	0,88	0,39	0,49	0,55	1,18	3,22	9,33	18,63	23,18	32,36	1,83	2,32	5,24	0,80:1
A ₂ (E)	0,13-0,20	-	-	0,45	0,45	0,59	11,34	3,46	9,54	21,66	21,04	32,12	1,80	2,91	4,84	0,66:1
B ₁	0,20-0,68	-	-	1,02	0,51	0,65	1,09	2,80	9,37	21,26	18,61	22,17	3,61	4,37	14,54	2,24:1
C	1,83-3,50	-	0,97	0,54	1,16	0,89	1,98	3,61	9,55	21,76	19,85	26,62	2,08	4,43	6,51	1
Почва, развивающаяся на рисской морене Минской возвышенности																
A ₁	0,00-0,15	-	-	0,38	0,58	0,54	0,12	3,66	10,52	19,19	15,92	36,67	1,90	5,39	5,13	0,66:1
A ₂ (E)	0,15-0,52	-	-	0,42	0,32	0,47	1,37	4,43	11,50	20,72	16,49	32,35	2,27	4,60	5,86	0,70:1
B ₁	0,72-1,32	-	0,24	0,30	0,48	0,52	1,16	3,86	11,33	26,52	10,58	16,78	4,13	5,85	18,25	2,18:1
C	1,75-3,62	1,38	1,05	1,50	1,17	1,26	1,80	4,44	10,34	22,32	15,56	24,89	2,04	3,78	8,37	1
Почва, развивающаяся на лессовых породах Минской возвышенности																
A ₁	0,00-0,17	-	-	-	-	-	-	0,05	0,86	1,86	10,46	76,86	3,58	2,95	5,36	0,83:1
A ₂ (E)	0,17-0,61	-	-	-	-	-	-	-	0,39	0,94	10,05	76,00	2,00	3,85	6,07	0,95:1
B ₁	0,61-1,11	-	-	-	-	-	-	-	0,14	1,47	7,77	68,70	2,36	4,23	15,26	2,67:1
C	2,85-4,60	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,08	6,75	80,37	2,84	3,56	6,33	1

Таблица 2

Минералогический состав естественных дерново-подзолистых почв, сформировавшихся

на различных по возрасту и генезису почвообразующих породах (содержание минералов в %)

Минералы и обломки горных пород	Лессовидный суглинок				Вюрмская морена				Рисская морена			
	A ₁	A ₂ (E)	B ₁	C	A ₁	A ₂ (E)	B ₁	C	A ₁	A ₂ (E)	B ₁	C
Обломки горных пород (некарбонатных)	2,5	2,71	3,1	4,0	2,7	3,0	2,3	3,6	2,6	2,4	2,5	4,1
Обломки карбонатных пород и фауны	-	-	-	5,1	-	-	-	9,3	-	-	-	8,2
Кварц кластогенный	77,3	81,1	66,2	70,0	76,3	78,7	67,6	66,6	79,5	82,3	62,1	66,1
Полевые шпаты	9,5	8,1	8,1	11,8	9,0	9,2	9,6	8,0	8,4	8,3	9,0	7,8
Слюды	1,2	1,5	0,6	1,1	1,4	1,5	1,4	1,8	1,3	1,2	1,3	2,1
Халцедон кластогенный	1,2	1,2	1,3	1,0	0,1	0,2	0,8	0,8	-	-	-	0,7
Акцессорные минералы	0,8	0,7	0,8	1,3	1,0	1,0	0,9	1,1	0,7	0,8	0,7	1,3
Опал биогенный	3,8	0,6	-	-	3,5	1,6	0,2	-	3,5	1,1	0,1	-
Опал хемогенный	-	-	2,5	-	-	-	2,4	-	-	-	2,6	-
Халцедон вторичный	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-
Кварц вторичный	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-
Глинистые и другие дисперсные минералы	3,7	4,1	15,3	5,7	5,0	4,8	14,8	8,8	4,0	4,0	19,7	9,7

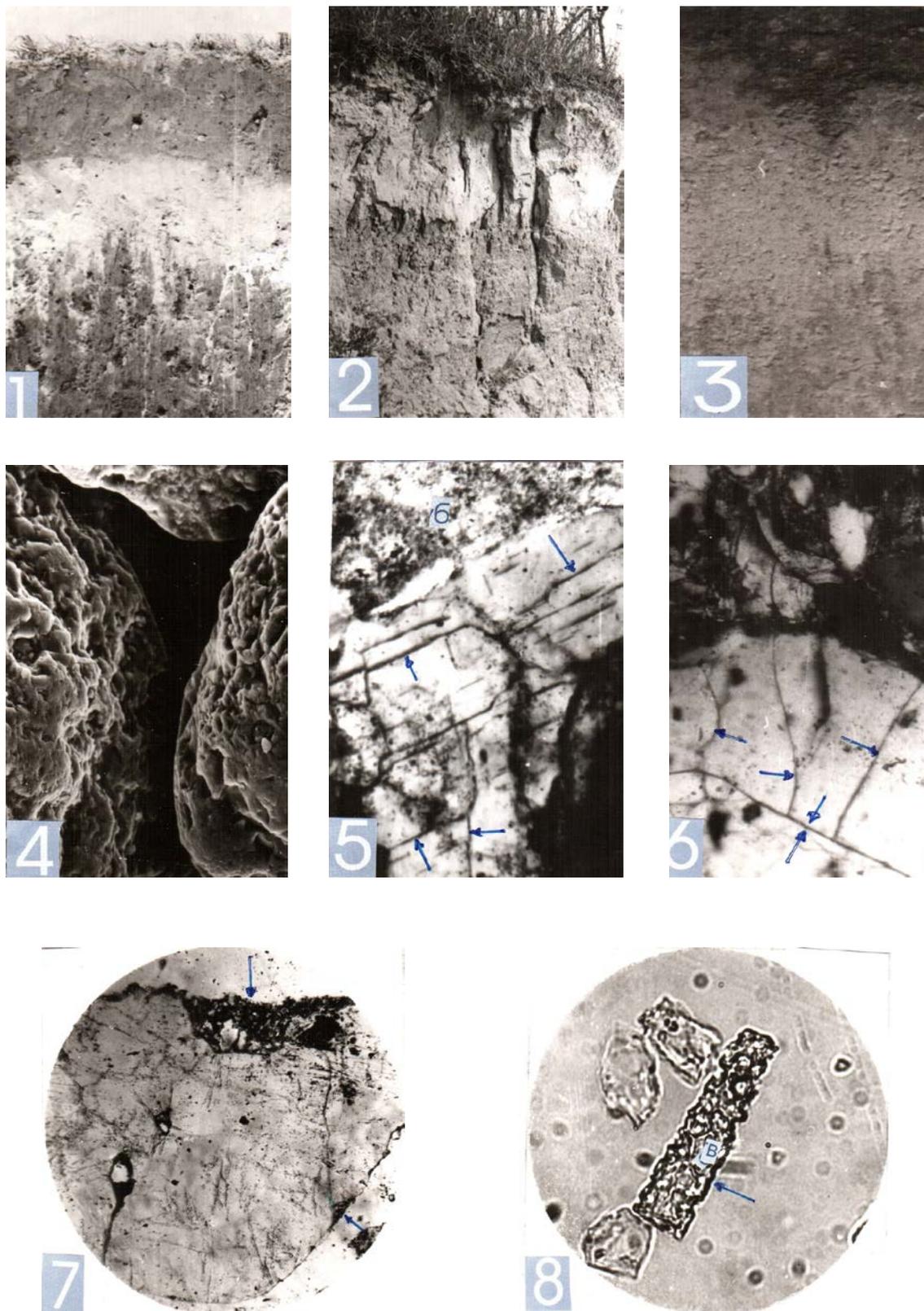
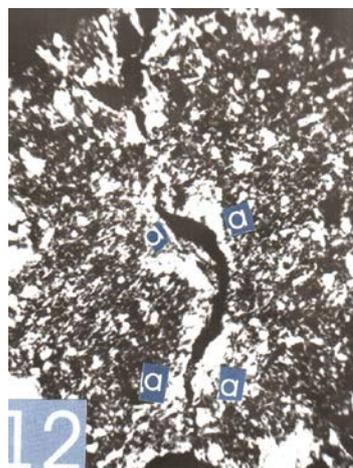
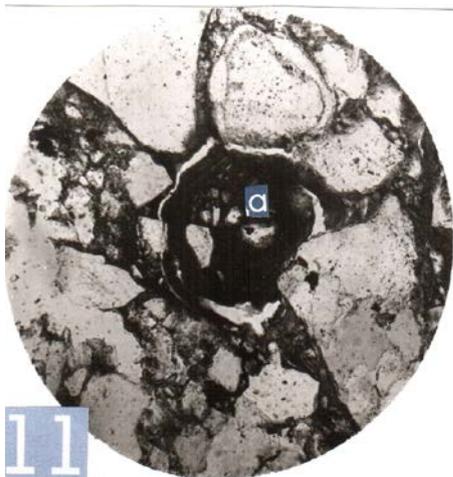


Рис 1. Морфология почв и диагностические элементы их агрегатного уровня структурной организации



Продолжение рис 1. Морфология почв и диагностические элементы их агрегатного уровня структурной организации

№ фото:

1 – почва: дерново-подзолистая, развивающаяся на моренных суглинках;

2, 3 – почва: дерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидных суглинках;

4 – ямчатый микрорельеф поверхности кварцевых зерен горизонта A_2 , $\times 240$;

5, 6 – микротрещиноватость (показана стрелками) зерен полевого шпата (5) и кварца (6) горизонта A_{2g} , $\times 90$, ник. =;

7 – физическая глина в отрицательных формах микрорельефа поверхности кварца (показана стрелками) горизонта A_2 (2), $\times 90$, ник. =;

8 – опал биогенный горизонта A_p (2), $\times 90$, ник. =;

9, 10, 12 – разные формы и размеры оптически ориентированной глины (a) горизонта B_{1g} (2), $\times 90$, ник. +;

11 – псевдоморфозы глинистого вещества по карбонатному обломку (a) и полевоому шпату (5b), $\times 90$, ник. =

В среднем голоцене – климатическом оптимуме (7,8-3,3 тыс. л.н.) – продолжается повышение температуры и влажности, что привело к интенсивному заболачиванию суходолов, широкому распространению хвойно-широколиственных лесов из ели, сосны, березы, дуба, липы, вяза, ясеня, клена, граба, господству в подлеске орешника [39]. Вторая половина этого периода характеризуется наиболее высокой температурой воздуха, некоторым понижением уровня грунтовых вод, деградацией широколиственных лесов и возрождением хвойных, местами еловых, лесов. В соответствии с законом Вант-Гоффа (при увеличении температуры на каждые 10⁰С скорость химических реакций, к числу которых относится и большинство почвенных, удваивается) можно предположить, что основные изменения в косной части верхних горизонтов моренных и лессовидных суглинков произошли именно в этот период времени – это усиленный гидролиз всех минералов, деградация слюдистой доминанты физической глины до стадии вермикулита и монтмориллонита (бейделлита), вторичный лессиваж, обусловленный оглеением, увеличение удельной поверхности скелетных зерен за счет разложения их поверхности (фото 4).

Поздний голоцен (3,3 тыс. л.н. – по настоящее время) характеризуется новым похолоданием, увеличением влажности, повышением уровня грунтовых вод, повсеместным господством еловых и сосновых лесов. В этот период существенную роль в изменении окружающей среды начинает играть человек. С развитием подсечно-огневого земледелия облесенность возвышенностей быстро сокращается, обнаженная рыхлая поверхность подвергается усиленной эрозии. Природные ландшафты Беларуси приобретают современный вид. Хотя в историческое время были экстремальные годы и по увлажнению, и по испарению [39]. Например, в первой половине суббореального периода, т.е. 2600 лет назад уровень современных рек и озер Русской равнины понижался на 3 м, во второй половине 2 тысячелетия н.э. он сменился периодом повышенной влажности. В русских летописях указывается, что в 1143 году в Новгородской земле 120 дней шли проливные дожди. В IV веке климатическая обстановка изменилась в худшую сторону. Засухи сменились годами с бурными наводнениями и необычными грозами. Итак, в истории развития почв было более чем достаточно условий и для выщелачивания, и оглеения, и переноса водорастворимых веществ снизу вверх в засушливые периоды. В сложных геологических условиях голоцена сформировался двучленный профиль современных почв, развивающихся на лессовидных и моренных суглинках исходного гомогенного строения. Ключевым процессом, обусловившим вещественную дифференциацию профиля, являлся конвективный перенос илестых частиц из верхнего горизонта в нижележащий.

Окультуривание таких почв характеризуется большой инерционностью и капиталоемкостью. По данным И.М. Богдевича, потребовалось сорок лет упорного труда и больших капиталовложений, чтобы повысить содержание гумуса в пахотном горизонте в среднем на 0,5% [12]. За 52 года окультуривания почв Беларуси удалось увеличить их производительность лишь на 2 зерновые единицы, а именно, с 8 (1913 г.) до 10 (1965 г.) [40]. В.М. Пилько [41] изучал агрономическую ценность генетических горизонтов почв. Оказалось, что на подзолистом горизонте А₂ урожай воздушно-сухой массы зерна составил не более 0,59 г на вегетационный сосуд. В сущности подзолистый горизонт – это остаточная пустая порода (элювий), совершенно непригодная для выращивания сельскохозяйственных культур [2]. Деградация минеральной составляющей на микроуровне отмечается многими исследователями и в пахотных горизонтах [42-48].

Процесс выноса глинистых частиц из пахотного горизонта нам представляется следующим образом. С одной стороны, обработка почвы, внесение органических и минеральных удобрений – меры, несомненно, положительные с точки зрения режима питания растений и увеличения их урожайности, а с другой – применение тяжелых сельскохозяйственных механизмов, внесение в пахотный горизонт физиологически кислых и подщелачивающих удобрений, частое перемешивание и растирание почвы ведут к ряду негативных последствий. К последним мы относим внутрпочвенную микроэрозию скелета пахотного горизонта, когда илестые частицы, стертые с поверхности скелетных зерен и перемещенные в межзерновое пространство, под действием гравитационной влаги мигрируют вглубь профиля и за его пределы. При этом с каждой вымытой глинистой частицей необратимо снижается потенциальное плодородие пахотного горизонта. На фоне внесения в почву органических и минеральных удобрений опасность этого процесса не заметна, эффективное плодородие не снижается. Однако, при достижении какой-то «критической массы» вымытых частиц наши усилия по сохранению достигнутого уровня плодородия почв и получению планируемой урожайности станут проблематичными.

Факт облегчения пахотного горизонта дерново-подзолистых почв, вовлекаемых в сельскохозяйственное производство, в настоящее время признан многими учеными. Предлагаются новые термины для обозначения обезиливания пахотного горизонта, например, «агролессиваж», «антропогенное иллювирирование» [43, 45, 46]. По мнению академика Н.И. Смеяна и Г.А. Ржеутской наиболее активной частью почв является ил, который «влияет на агрономические свойства почв, их способность к гумусоаккумуляции и структурообразованию» [11]. В пахотных почвах наименьшим количеством таких частиц характеризуется горизонт А_п, а в целинных – А₂. Причем интенсивное, преимущественно минеральное, агрохимическое воздействие не останавливает процесс обеднения пахотного горизонта

наиболее активными тонкодисперсными фракциями, что негативно сказывается на гумусовом состоянии почв и их производительной способности [11].

В таблице 3 приведено соотношение площадей почвенных разновидностей отдельных административных районов Минской области согласно результатам анализа их гранулометрического состава во II туре почвенных обследований (1974-1980 гг.) и при корректировке (1994-2003 гг.). Данные таблицы показывают, что всего лишь за 20 лет интенсивного использования земель от 11 до 19% суглинков деградировали до рыхло- и связносупесчаных разновидностей [49]. Как справедливо замечает Н.П. Чижикова, состояние агрогенных почв потенциально неустойчиво, в частности, из-за того, что активное техногенное вмешательство меняет минералогические показатели, влияющие на ряд других свойств и процессов, определяющих плодородие: пептизация тонкодисперсной части почв пахотных горизонтов, миграция продуктов пептизации, обезыливание и др. [48].

Цифровой материал таблицы 3 может оспариваться, но довод о деградации пахотных почв, лежащий в ее основе, весьма актуален для теории и практики почвоведения и агрохимии. Не располагая данными по всем почвам пахотных земель Беларуси, в рамках данной работы мы лишь выдвигаем эту проблему перед научной общественностью.

Возникает вопрос, почему несмотря на существование почвозащитных мероприятий пахотный горизонт современных почв легко деградирует? На основании наших исследований и литературных источников это можно объяснить следующим образом. Во-первых, суглинистые породы, кроме ленточных глин, занимают наиболее возвышенные участки рельефа. Во-вторых, они не способны к структурообразованию даже при внесении высоких доз органических удобрений [42]. В-третьих, хозяйства в условиях интенсивного земледелия вкладывают 15-20 ГДж дополнительной энергии, а порог негативных последствий наступает при 15 ГДж [50]. В-четвертых, в интенсивном земледелии пахотный горизонт многократно перетирается, перемешивается, переуплотняется, распыляется. По этим причинам пахотный горизонт почв становится легко уязвимым для водной и ветровой эрозии. По данным А.Ф. Черныша [51, 52], В.В. Жилко [53] ежегодно с гектара водосборной площади смывается или сдувается около 15 т/га мелкозема. Эти обстоятельства провоцируют «агрорессиваж», партлювацию. Ко всему прочему следует добавить вынос илистой фракции с клубнями картофеля и корнеплодами, отчуждение мелкозема протекторами разных машин и механизмов.

Б.П. Градусов [54] считает, что указанные изменения можно считать агротехногенным стрессом почвенной массы. Чтобы существенно ослабить или предотвратить полностью влияние этого стресса на структурное состояние пахотного горизонта и остановить потерю им коллоидных и илистых частиц, нужно, по его мнению, ограничивать применение удобрений со щелочной функцией, избегать чрезмерного физического воздействия на почвенную массу.

ВЫВОДЫ

Вышеизложенное позволяет сделать следующее заключение:

1. Современная почва, сформировавшаяся на литологически одночленных моренных и лессовидных суглинках, есть конечный остаточный продукт изменения материнского субстрата на данной стадии развития педогенеза. Важным обстоятельством, определяющим в значительной степени облик деградированных почв, является конвективный перенос илистых частиц из верхнего горизонта в нижележащий без существенного изменения их кристаллической решетки, деградация и кислотное разложение в элювиальных горизонтах первичных и вторичных минералов.

2. В голоценовое время гомогенные суглинки (моренные и лессовидные) под влиянием природных процессов деградировали до рыхло- и связносупесчаных разновидностей.

3. Интенсивная техногенная нагрузка на почвенный покров республики способствует тому, что легкосуглинистые почвы всего лишь за 20 лет деградировали до уровня рыхло- и супесчаных разновидностей.

4. В ходе естественной эволюции, предполагающей изменение и единство субъекта, облегчение (деградация) почв – явление закономерное, неизбежное, необратимое.

5. Необходимым условием роста производительной способности деградированных почв является восстановление глинистой компоненты элювиальных горизонтов, которая потеряна ими в процессе естественного и антропогенного почвообразования.

Таблица 3

**Изменение гранулометрического состава почв пахотных земель по результатам
II тура почвенных обследований и корректировки почвенных карт**

Классификация почв по гранулометрическому составу (по Н.А. Качинскому)	Площадь пахотных земель по годам				Площадь почв по гранулометрическому составу					
	год обследования	площадь, га	год обследования	площадь, га	год обследования	площадь, га	% площади пашни	год обследования	площадь, га	% площади пашни
Пуховичский район										
	1974-1975	68953	1994	65141						
легкосуглинистые					1974-1975	24568	35,6	1994	10545	16,2
связносупесчаные					1974-1975	14039	20,4	1994	18921	29,0
рыхлосупесчаные					1974-1975	14525	21,1	1994	17347	26,6
связнопесчаные					1974-1975	6123	8,9	1994	9972	6,4
Березинский район										
	1974	48132	1996	45092						
легкосуглинистые					1974	6169	12,8	1996	576	1,3
связносупесчаные					1974	17845	37,1	1996	11754	26,1
рыхлосупесчаные					1974	17079	35,5	1996	23048	51,1
связнопесчаные					1974	4680	9,7	1996	8271	18,3
СПК «Кухчицы» (к-з «Советская Белоруссия») Клецкого района										
	1979	3772	2003	3672						
легкосуглинистые					1979	2183	57,9	2003	285	7,8
связносупесчаные					1979	1205	31,9	2003	2923	79,6
рыхлосупесчаные					1979	306	8,1	2003	424	11,5
связнопесчаные					1979	4	0,1	2003	9	0,2
ОАО «Новая жизнь» Несвижского района										
	1980	3537	2003	3300						
легкосуглинистые					1980	3262	92,2	2003	2609	79,1
связносупесчаные					1980	197	5,6	2003	610	18,5
рыхлосупесчаные					1980	48	1,4	2003	39	1,2
связнопесчаные					1980			2003	1	

ЛИТЕРАТУРА

1. О сельском хозяйстве / Катон, Варрон, Колумелла, Плиний / под ред. М.И. Бурского. – М.: Сельхозиздат, 1937. – 437 с.
2. Крупеников, И.А. История почвоведения / И.А. Крупеников – М.: Наука, 1981. – 325 с.
3. Ярилов, А.А. Первый немецкий агроном о почве / А.А. Ярилов // Почвоведение. – 1913. – № 1. – С. 32.
4. Докучаев, В.В. Дороже золота русский чернозем / В.В. Докучаев. – М.: Изд. МГУ, 1994. – С. 228-229.
5. Роде, А.А. Подзолообразовательный процесс / А.А. Роде. – М.: АН СССР, 1937. – 452 с.
6. Хан, Д.В. Органоминеральные соединения и структура почвы / Д.В. Хан. – М.: Наука, 1969. – С. 127-131.
7. Пономарева, В.В. Гумус и почвообразование / В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова. – Л.: 1980. – 222 с.
8. Гришина, Л.Д. Гумусообразование и гумусовое состояние почв / Л.Д. Гришина. – М.: Изд. МГУ, 1986. – 243 с.
9. Лисица, В.Д. Влияние процессов окультуривания на изменения минералогического состава плодородного комплекса дерново-подзолистых почв, развивающихся на вюрмской морене северной части территории БССР / В.Д. Лисица // Почв. исслед. и применение удобрений: тр. ин-та почвоведения / Белорус. НИИ почвоведения. – Мн.: Урожай, 1968. – С. 83-93.
10. Тихонов, С.А. Структурная неоднородность и минералогический состав почвенного ила при окультуривании дерново-подзолистых суглинистых почв / С.А. Тихонов // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии. – Мн., 1989. – Вып. 25. – С. 30-36.
11. Смяян, Н.И. Влияние минеральных удобрений на генетические свойства дерново-подзолистых заболоченных почв / Н.И. Смяян, Г.А. Ржеутская // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии. – Мн., 1996. – Вып. 29. – С. 3-17.
12. Анализ изменения содержания гумуса в почвах пахотных и кормовых угодий Республики Беларусь / И.М. Богдевич, И.Д. Шмигельская, Ю.И. Конашенко, Г.И. Каленик // Почв. исслед. и применение удобрений: Межвед. темат. сб./ Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Мн., 2004. – Вып. 28. – С. 3-18.
13. Динамика плодородия пахотных почв Беларуси / И.М. Богдевич, И.Д. Шмигельская, Т.М. Германович, Ю.И. Конашенко, Г.И. Каленик // Почвоведение и агрохимия. – Мн., 2005. – №1(34). – С. 167-173.
14. Johanson, C.J. Using soil color reflectance in predicting soil properties / C.J. Johanson, L.M. Dacosta // 6th Annu. Simp.: Mach. Process. Remotery Sensed data and soil survey. West Lafayette, ind., 1980. – New York, 1980 – № 1. – P. 233.
15. Schachtchabel, P. Vergleich verschiedener extraktionsmethetoden zur Bestimmung der Kaltumverfugbarkeit in Boden / P. Schachtchabel, W. Koster // Pflanzenah rung Bodenkunde. – 1978. – Vol. 141, №1. – P. 43-55.
16. Ганжара, Н.Ф. О гумусообразовании в почвах черноземного типа / Н.Ф. Ганжара // Почвоведение. – 1974. – № 7. – С. 39-43.
17. Александрова, Л.Н. О природе органо-минеральных коллоидов и о методах их изучения / Л.Н. Александрова, М.О. Надь // Почвоведение. – 1958. – № 10. – С. 26-31.
18. Градусов, Б.П. Сонахождение наноскопического смектита и органического вещества как коренное условие плодородия чернозема / Б.П. Градусов, О.Б. Градусова // Почва-удобрение-плодородие-урожай: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ.100-летию со дня рожд. Иванова С.Н. и 90-летию со дня рожд. Кулаковской Т.Н., 16-18 фев., 2009 г. / редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн., 2009. – С. 39-41.
19. Горбунов, Н.И. Природа и прочность связи органических веществ с минералами почвы / Н.И. Горбунов, Д.С. Орлов // Почвоведение. – 1977. – № 7. – С. 90-99.
20. Кундлер, П. Воспроизводство почв в условиях интенсификации и внедрения индустриальных форм в растениеводство Германской Демократической Республики / П. Кундлер // Почвоведение. – 1972. – № 2. – С. 83-87.
21. Минеев, В.Г. Химизация земледелия и природная среда / В.Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 237 с.
22. Михайловская, Н.А. Эффективность некорневого внесения калипланта на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах на мощных моренных суглинках / Н.А. Михайловская, А.Ф. Черныш, Е.Г. Тарасюк, Т.В. Барашенко // Почва-удобрение-плодородие-урожай: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ.100-летию со дня рожд. Иванова С.Н. и 90-летию со дня рожд. Кулаковской Т.Н., 16-18 фев., 2009 г. / редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн., 2009. – С. 197-199.

23. Лисица, В.Д. Микроморфологические особенности дерново-подзолистых почв, развивающихся на моренных и лессовидных суглинках северной части БССР / В.Д. Лисица, В.С. Болдышев // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии. – Мн.: Ураджай, 1973. – Вып. 10. – С. 29-36.
24. Матусевич, Н.А. Особенности микроморфологии иллювиальных горизонтов дерново-палево-подзолистых почв, развивающихся на лессовидных суглинках Белоруссии / Н.А. Матусевич, В.Д. Лисица, Л.Н. Лазовская // Тез. докл. делегат. съезда Всесоюзного об-ва почвоведов. – Тбилиси, 1998. – Т. 4 – С. 150-151.
25. Медведев, А.Г. Химический состав эродированных почв, сформировавшихся на моренных отложениях / А.Г. Медведев, Л.М. Ярошевич // Почв. исслед. и применение удобрений: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии. – Мн., 1971. – Вып. 2. – С. 51-57.
26. Пашин, В.И. Глебы горацкай лясной дачы як фактар месцапраізрастання лясоў: зб. навук.-даследч. работ па лесазнаўству / В.Г. Пашин. – Мн.: БелАН, 1935. – С. 19–76.
27. Роговой, П.П. Динамика почвенных процессов и ее роль в формировании почв и их плодородии / П.П. Роговой // Тр. ин-та почвоведения. – Мн.: Гос. Изд-во сельхоз. лит. БССР, 1961. – Вып. 1. – С. 34-125.
28. Роговой, П.П. Минералы и химические элементы в профиле сильнооподзоленных дерново-подзолистых почв Белоруссии, образовавшихся на лессовидных породах / П.П. Роговой, П.С. Самодуров // Почвообразующие породы и их роль в формировании почв БССР: сб. науч. тр. / Бел НИИ почвоведения; редкол.: П.П. Роговой (председ.) [и др.]. – Мн.: Гос. изд-во сельхоз. лит. БССР, 1962. – С. 55–146.
29. Минералы в дерново-подзолистых почвах БССР и их преобразование под влиянием подзолообразовательного процесса / П.С. Самодуров, В.Д. Лисица, Г.В. Кандыбо, Н.А. Матусевич // Почвенные исследования и рациональное использование земель: сб. науч. ст. к VIII Междунар. конгрессу почвоведов. – Мн.: Урожай, 1964. – С. 87–111.
30. Закономерность распределения дисперсных минеральных частиц мельче 0,001 мм в основных разновидностях почв Белоруссии / П.С. Самодуров, Т.А. Романова, Н.А. Матусевич, В.Ф. Клебанович // Агрохимическая характеристика почв БССР: сб. ст. – Мн.: Урожай, 1969. – Вып. 6. – С. 39–55.
31. Хох, Н.Я. Условия формирования и физические свойства дерново-подзолистых палево-почв / Н.Я. Хох // Свойства почв и их плодородие: сб. – Мн.: Урожай, 1967. – С. 59-70.
32. Юшкевич, И.А. Почвы колхоза «Заречье» Узденского района / И.А. Юшкевич // Почвообразующие породы и их роль в формировании почв БССР: сб. науч. тр. / БелНИИ почвоведения; редкол.: П.П. Роговой (председ.) [и др.]. – Мн.: Гос. изд-во сельхоз. лит. БССР, 1962. – С. 165.
33. Установить микроморфологические параметры, характеризующие основные почвы на видовом уровне классификации: Отчет о НИР / БелНИИПА; Рук. В.Д. Лисица. – Мн., 1984. – 116 с.
34. Лисица, В.Д. Влияние минералогического состава на устойчивость почв / В.Д. Лисица, В.Т. Сергеенко, С.В. Шульгина // Почвоведение и агрохимия. – Мн., 2006. – №1(36). – С. 78-85.
35. По почвам Белоруссии: путеводитель экскурсии V съезда Всесоюзного общества почвоведов, 6-10 июля 1977 г. / Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии; под ред. Н.И. Смяяна, Т.А. Романовой. – Мн.: Ураджай, 1977. – С. 57-94.
36. Бронникова, М.А. Глинистые, железисто-глинистые и гумусово-глинистые кутаны элювиальной части профиля дерново-подзолистых почв / М.А. Бронникова, С.Н. Седов, В.О. Таргульян // Почвоведение. – 2000. – № 6. – С. 661-670.
37. Грим, Р.Е. Минералогия и практическое использование глин / Р.Е. Грим. – М.: Мир, 1967. – 510 с.
38. Волобуев, В.Р. Опыт расчета энергии кристаллической решетки почвенных минералов / В.Р. Волобуев // Почвоведение. – 1968. – № 4. – С. 89-93.
39. Мизун, Ю.В. Азоновые дыры и гибель человечества? / Ю.В. Мизун, Ю.Г. Мизун. – М.: Изд-во Вече, 1998. – 534 с.
40. ЦГАОР: Ф.48, оп. 1, ед. хр. 4640, Л.56.
41. Пилько, В.М. Плодородие почв БССР / В.М. Пилько. – Мн.: Госиздат БССР, 1959. – 195 с.
42. Афанасьев, Н.И. Коэффициенты водопрочности структуры дерново-подзолистых почв как показатель их эрозионной устойчивости / Н.И. Афанасьев // Современные проблемы повышения плодородия почв и защиты их от деградации: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси и III съезда почвоведов, Мн., 27-29 июня 2006 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси; редкол.: В.В. Лапа (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2006. – С. 25-27.
43. Антропогенное элювиальное дерново-подзолистых почв и методы его изучения / Г.М. Беленко, А.Д. Ивашина, В.Б. Котовицкий, Н.Н. Мирошниченко // Минералогия почв: генезис, география, значение в плодородии и экологии. – М., 1996. – С 160-168.
44. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 366 с.

45. Генетико-гранулометрический метод изучения агрогенеза структурно-дифференцированных почв / Ф.И. Козловский [и др.] // Минералогия почв: генезис, география, значение в плодородии и экологии. – М., 1996. – С. 125-144.
46. Коротков, А.А. О характере почвообразования в пахотных дерново-подзолистых почвах / А.А. Коротков // Почвоведение. – 1972. – № 4. – С. 15-23.
47. Минералого-структурные преобразования в почвах под влиянием техногенных воздействий / В.Д. Лисица [и др.] // Экологические проблемы использования почвенных ресурсов и повышения их производительной способности: тез. докл. науч.-произв. конф. – Мн., 1991. – С. 64-66.
48. Чижикова, Н.П. Изменение минералогического состава тонких фракций почв под влиянием агротехногенеза / Н.П. Чижикова // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 867-875.
49. Бубен, И.И. Деграляция моренных и лессовидных почв гомогенного строения под влиянием природных и агрогенных процессов / И.И. Бубен, В.Д. Лисица, А.С. Саханьков // Почва-удобрение-плодородие-урожай: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ.100-летию со дня рожд. Иванова С.Н. и 90-летию со дня рожд. Кулаковской Т.Н., 16-18 фев., 2009 г. / редкол.: В.В. Лапа [и др.]. – Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн., 2009. – С.18-20.
50. Реймерс, Н.Ф. Экологические предпосылки сельского хозяйства будущего / Н.Ф. Реймерс // Человек и Земля. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 299-303.
51. Черныш, А.Ф. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием и деградацией земель и актуальность ее осуществления в Республике Беларусь / А.Ф. Черныш, В.М. Яцухно // Теоретические и прикладные вопросы изучения и использования почвенно-земельных ресурсов: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию каф. почвоведения БГУ. – Мн., 2003. – С. 203-205.
52. Черныш, А.Ф. Принципы формирования почвозащитных систем земледелия в эрозионных агроландшафтах Беларуси / А.Ф. Черныш // Почвоведение и агрохимия. – Мн., 2005. – №1(34). – С. 70-73.
53. Жилко, В.В. Сельскохозяйственная эрозия в Беларуси и ее последствия / В.В. Жилко, А.В. Юхновец, А.М. Устинова // Современные проблемы повышения плодородия почв и защиты их от деградации: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси и III съезда почвоведов, Мн., 27-29 июня 2006 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси; редкол.: В.В. Лапа (гл. ред.) [и др.]. – Мн., 2006. – С. 99-101.
54. Градусов, Б.П. Факторы и процессы увеличения ила в пахотных горизонтах дерново-подзолистых суглинистых почв / Б.П. Градусов // Почвоведение и агрохимия. – Мн., 2005. – №1(34). – С. 93-95.

FORMATION OF SOILS ON LITOLOGICAL MONOMIAL PARENT ROCKS AND THEIR DEGRADATION UNDER THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES

V.D. Lisitsa, T.V. Bubnova, S.V. Shul'gina, I.I. Buben

Summary

On example of sod-podzolic soils of Belarus formed on litological monomial moraine and loess-like loams, it is shown that modern soils are the final residual product of degradation of the parent substratum. At the given stage of pedogenesis development, in holocen time period, homogeneous moraine and loess-like loams degraded to loamy sand varieties under the influence of natural and anthropogenic processes.

Поступила 20 апреля 2010 г.