

**Шевцов Н.М.** ©

Доктор биологических наук,  
Ведущий сотрудник лаборатории химии почв,  
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

## **ПРИРОДА ГУМУСООБРАЗОВАНИЯ ПОЧВ В КУЛЬТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

### *Аннотация*

*Установлено, что гумусообразование почв подчиняется природным законам, в результате которых накопление гумуса снижается дифференцированно сверху вниз по профилю природных почв, в основном за счет постепенного уменьшения по этому же профилю почв природной лучистой энергии Солнца, кислорода и двуокиси углерода, снижения содержания зольных элементов (необходимых для образования минеральных солей) в почвах и биологической активности живых организмов (необходимых для усиления круговорота углерода и других элементов минерального питания растений) и ряда других природных факторов окружающей среды. Для ликвидации негативной природной дифференциации почв по уровню гумусообразования и накопления биогенных элементов плодородия, нами разработаны гомогенно-генетическая концепция воспроизводства гумуса (в том числе плодородия) почв, комбинированная система обработки и способы внутрпочвенного внесения органо-минеральных соединений (в виде совместных прямых и косвенных удобрений) в почву. В результате их использования формируется гомогенный корнеобитаемый горизонт по уровню гумусообразования (и плодородия) почв.*

**Ключевые слова:** Природа гумусообразования почв; гомогенно-генетическая концепция воспроизводства плодородия и накопления гумуса; дифференциация почв по уровню гумусообразования; формирование гомогенного и гетерогенного по уровню накопления гумуса в корнеобитаемом горизонте почв.

**Keywords:** Nature of a gumusoobrazovaniye of soils; homogeneous and genetic concept of reproduction of fertility and accumulation of a humus; differentiation of soils on gumusoobrazovaniye level; formation of accumulation of a humus in the korneobitayemy horizon of soils, homogeneous and heterogeneous on level.

Одним из фундаментальных открытий в природе 19 века стало установление сходства и единства неорганического и органического мира. Философы материалисты того времени, А. И. Герцен [1], Ч. Дарвин [2], Ф. Энгельс [3] и другие, утверждали, что материальное единство минерального и органического мира существует, как единое всеобщее материальное начало, лежащее в основе всего многообразия материи в природе. По их мнению, все природные объекты и процессы в существующем мире взаимосвязаны и подчинены всеобщим законам. Ч. Дарвин доказал, что весь неорганический и органический мир, включая человека, есть продукт процесса развития, длившегося миллионы лет. Ф. Энгельс в своем труде «Диалектика природы» писал об исторической роли химии, "которая подводит к органической жизни, и она продвинулась достаточно далеко вперед, чтобы гарантировать нам, что она одна объяснит нам диалектический подход к организму". Установлением общности минерального и органического мира стало открытие, сделанное впервые немецким химиком Ф. Вёлером в 1824 году. Им была синтезирована органическая (щавелевая) кислота из неорганических (С, N, H<sub>2</sub>O) веществ. До этого времени считалось философами - идеалистами, что щавелевая кислота может образовываться путем "жизненной силы" только в организме растений. Спустя четыре года этим же ученым была синтезирована

из неорганического (цианата аммония) вещества мочевины, которая считалась прерогативой образования в организме животных. Позднее было установлено К. А. Тимирязевым [4] сложное органическое соединение, которое может образовываться в процессе фотохимического синтеза в зеленом листе растений. Из минеральных соединений ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ) в листе растения за счет энергии солнечного света синтезируется крахмал. Он при гидролизе превращается в глюкозу ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) и декстрины (промежуточные клейкие продукты органического синтеза), а в реакциях поликонденсации полисахаридов и аминокислот образуются высокомолекулярные смолы. Поглощая растительную массу, животные превращают ее при помощи ферментов в процесс гидролиза также в глюкозу и декстрины. Растительные и животные остатки, попадая в почву, аналогичным образом перерабатываются почвенными организмами, и образующиеся декстрины, совместно с высокомолекулярными органическими соединениями (гуматами) используются в качестве клейких веществ. Они в процессе химических реакций обволакивают и склеивают минеральные частицы почвы в органо-минеральные структурные отдельные части, придавая им водоустойчивость, механическую прочность, высокую удельную поверхность и поглощающую способность, что характерно для самых ценных по плодородию черноземных почв. Таким образом, гипергенный слой, покрывающий земную кору выветривания тонким "одеялом" нашу планету, считается производным неживых и живых сил природы. Он миллионлетиями обогащается не только вулканическими извержениями из недр земли пеплом, лавой, вулканическими бомбами, газами и т. д., но и мелкоземом, органическим веществом, песком, лёссами, лессовидными суглинками, пластическими глинами и т. д. Следом за вышеупомянутыми действующими неживыми силами природы на этой же ниве трудятся и народившиеся живые силы природы – живые организмы, в том числе *Homo sapiens*. Они за счет синергического эффекта сотворили (и сотворяют) из гипергенного слоя земной коры выветривания уникальный биокостный слой (пленку жизни), обогащенный сложными минеральными и высокомолекулярными органическими соединениями и органо-минеральными комплексами, придав ему уникальное свойство (плодородие), путем непрерывного биологического круговорота элементов в этом слое.

Органические (также как и минеральные) соединения относятся к важнейшим составляющим почвенного плодородия. Они делятся на две большие группы – неустойчивые (лабильные) и прочносвязанные с минеральной частью почвы устойчивые (консервативные) соединения, которые по-разному относятся к внешним и внутренним процессам разрушения и разложения под действием агентов окружающей среды. Лабильные органические соединения состоят из легкоминерализуемых органических веществ, которые усиленно разлагаются почвенными организмами и другими агентами природной среды. Они в первую очередь служат источником энергии для почвенных организмов и играют важную роль в круговороте, снабжении и стимулировании почвенного плодородия, роста и развития растений, а также выделения и обмена биогенными веществами, которые выполняют защитную функцию в отношении консервативной части органических соединений и которые участвуют в формировании биологических, водно-физических и физико-химических свойств почв. Консервативные органические соединения устойчивы к минерализации и разрушению внешними условиями и они постепенно накапливаются в почвах. Их роль в питании растений значительно ниже, чем лабильных соединений, поэтому потери их при экстенсивной эксплуатации почв значительно меньше.

Мертвые органические вещества, накапливающиеся на поверхности и в различных слоях почвы, подвергаются сложным процессам трансформации. Большая часть (около 80%) промежуточных продуктов минерализуется и усваивается растениями. Другая, оставшаяся часть этих же продуктов, используется микроорганизмами. После их отмирания микробная масса вновь вовлекается в процессы разложения. Оставшаяся часть промежуточных продуктов разложения, по теории И. В. Тюрина, вовлекается в химические реакции гидролиза, окисления, поликонденсации и полимеризации. В результате образуются так называемые сложные гумусовые соединения, устойчивые к разрушению. К ним относятся

высокомолекулярные, азотосодержащие, сладкие гуминовые (особенно с ее участием соли кальция и полуторных окислов) и кислые фульминовые (особенно ее растворимые соли) кислоты. В почве гуминовые кислоты преимущественно находятся в виде гелей и коллоидных растворов, обладающих высокой поглотительной способностью элементов минерального питания растений, что является характерным для самых ценных по плодородию черноземных почв. Фульвокислоты, по сравнению с гуминовыми кислотами, более агрессивны по отношению к минеральной части почвы, образуемые ими соли (подвижны и хорошо растворимы в воде) разрушают многие минералы (кроме аморфной кремневой кислоты) и выщелачивают их в нижележащие горизонты. Поэтому в верхней части почвы образуется элювиальный горизонт, состоящий в основном из кремнезема, характерный для кислых малоплодородных подзолистых почв.

В первую очередь четкая идеосинкрзия наблюдается в почвах саванн и степных почв, где преобладают благоприятные внешние и внутренние условия окружающей среды обитания для формирования генезиса черноземных почв, которые способствуют накоплению сладких гуминовых кислот и их органо-минеральных соединений и комплексов. В связи с тем, что эти почвы приурочены к разнообразной и высокопродуктивной природной травяной растительности, с высоким содержанием в ней и в обменном фонде ППК этих почв щелочноземельных элементов (Ca и Mg) и элементов минерального питания растений. А в таежных почвах, наоборот, наблюдается иная идеосинкрзия. В них преобладают в основном кислые фульвокислоты и их подвижные органо-минеральные соли. Эти почвы приурочены к небогатой элементами минерального питания лесной растительности, с небольшим содержанием в ней щелочноземельных элементов (Ca и Mg) не только в самой растительности, но и в обменном фонде ППК почв, в связи с рядом неблагоприятных внешних и внутренних условий окружающей природной среды обитания, которые формируют генезис малоплодородных подзолистых почв. Таким образом, количество образующегося в природных почвах гумуса, его состав и свойства в сильной степени зависят от окружающей внешней среды (солнечного света, климата, материнских пород, живых организмов и т. д.), а также происхождения органических остатков, поступающих в почву, видов живых организмов, участвующих в их разложении и синтезе новых соединений и ряда других внешних и внутренних условий окружающей среды. В почвах, подвергшихся антропогенным воздействиям, состав и свойства гумуса зависят от агротехнических мероприятий, проводимых в культуре богарного и орошаемого земледелия. Рассмотрим обобщенные нами данные многих исследователей по изменению содержания гумуса в различных почвах в их естественном (природном) состоянии и при длительной антропогенной эксплуатации в экстенсивном и интенсивном современном земледелии. Лабильные гумусовые соединения минерализуются значительно быстрее при длительной экстенсивной эксплуатации почв. Их содержание резко снижается в пахотном горизонте по сравнению с целиной: в зависимости от природных условий, систем обработки, длительности эксплуатации, типа почв и типа севооборотов, применяемых удобрений и их способов заделки в почву на разную глубину, орошения, осушения и других мероприятий. Данные Н. И. Лактионова [5] показывают (табл. 1), что обыкновенный чернозем Каменной степи на целине содержит общего гумуса в пахотном горизонте 10,97%, в том числе лабильных соединений 3,85% (или 35% от общего гумуса) и соответственно консервативных соединений 7,12% (или 65% от общего гумуса). При эксплуатации этой же почвы под лесной полосой в пахотном горизонте общее содержание гумуса снижается до 9,12%, и потери составляют 16,86%. Лабильные же соединения снижаются до 2,57% и потери их составляют значительную величину – 33,25%. Консервативные соединения снижаются соответственно до 6,55% и потери их составляют ничтожную величину (8,01%) от консервативной части гумуса целинного чернозема. Большие потери лабильных соединений в пахотном горизонте лесных полос связаны с их продуктивностью, которая значительно уступает продуктивности травяной растительности на целине. Косая залежь по сравнению с целиной снижает общий гумус в пахотном горизонте до 8,81%. Потери его составляют уже 19,69%, а

лабильных соединений – 38,96% и соответственно консервативных потери составляют незначительную величину – 9,27%. Потери гумуса связаны в основном за счет отчуждения трав на корм скоту. Пашня, между полосами и в открытом поле по сравнению с вышеперечисленными природными условиями, теряет из пахотного горизонта значительное количество общего гумуса от 31,08 до 45,21% от целинной почвы, лабильных и консервативных соединений соответственно от 73,67 до 87,01% и от 18,01 до 22,61%. Эти данные показывают, что на пашне, где она ежегодно подвергается интенсивной обработке, а сельскохозяйственная продукция ежегодно почти полностью отчуждается с поля и не участвует в гумусообразовании и круговороте биогенных элементов. Поэтому происходят самые большие потери гумуса. Пахотный горизонт этой почвы постепенно дегумифицируется и "выпахивается" и, по теории убывающего плодородия немецкого химика Ю. Либиха, истощается. Аналогичные данные (табл. 2) этого же исследователя показывают о деградации пахотного горизонта чернозема Сумской области при его длительном (от 12 и более 100 лет) экстенсивном использовании в травяном и пропашном севооборотах. Потери общего гумуса из пахотного горизонта составили от 17 до 46% по сравнению с целиной, лабильных соединений от 33 до 64% и соответственно консервативных от 7 до 36%. Наибольшие потери гумуса наблюдаются в пашне пропашного севооборота. Эти потери в основном зависят от ежегодного отчуждения биологического урожая, оставленных пожнивных и корневых остатков, а также применяемых систем обработки и других мероприятий. Аналогичные данные (табл. 3) представлены другими исследователями: П. Г. Адерихиным [6] для обыкновенного чернозема, Г. Я. Чесняком [7] для типичного чернозема, М. А. Белоусовым [8] для типичного серозема. Разрушение гумуса на пашне происходит практически одинаково на всех типах почв. однако, темпы деградации гумуса протекают более интенсивно в начальный период эксплуатации почв (и особенно на пашне черноземов с открытой поверхностью и пашне пустынных сероземов), где наблюдаются жесткие природные условия среды обитания. Затем темпы разрушения постепенно замедляются, в связи с обеднением почв лабильными гумусовыми соединениями и почва, таким образом, "выпахивается" и обедняется не только гумусом и биогенными элементами минерального питания растений, но и свежим органическим веществом, макро- и микроорганизмами и другими ингредиентами. Для этого срочно надо заправлять ее удобрениями, особенно органическими (а по нашим исследованиям [9] органоминеральными соединениями удобрений), для того чтобы возобновить биологическую активность и круговорот элементов в пахотном (и корнеобитаемом) горизонте почв. Подтверждением вышеуказанных процессов могут служить полученные данные в 1883 году В. В. Докучаевым по общему гумусу на черноземах Белгородской области, и снова проведенные в тех же местах через 100 лет П. Г. Акуловым [10] в 1993 году, табл. 4. Они подтверждают, что наибольшие потери гумуса за период одного века произошли на старопашотных землях от 31% до 49%, а на прифермских землях, где всегда вносились большие дозы органических удобрений, наоборот, содержание гумуса увеличилось на 20%. Самые значительные потери гумуса составляют при длительном периоде эксплуатации пашни типичного чернозема для верхнего (0-12 см) слоя пахотного горизонта, которые колебались от 17,0% для 12-летнего, 22,3% для 37-летнего, 37,2% для 52-летнего и соответственно 41,5% для 100-летнего использования пашни в зерно-пропашном севообороте, что составляет ежегодные потери 0,8%, табл. 5. Общей причиной такого резкого падения гумуса (и других биогенных элементов минерального питания) из верхнего слоя пахотного горизонта (кроме природных условий) является несовершенная система земледелия с экстенсивной эксплуатацией почв и ежегодная отвальная система обработки почвы с постановкой пласта на ребро, которые способствуют высокой минерализации гумуса (особенно его лабильных соединений), а также полного отчуждения биологической массы получаемой продукции (особенно в пропашных севооборотах) и ряда других причин. Для пахотного (0-25 см) горизонта эти же потери значительно ниже: для 12-летнего использования пашни при этой обработке в зерно-пропашном севообороте составляют

только 3,7%, вместо 17,0%, в верхнем слое 37-летнего 8,7%, 52-летнего 27,5% и 100-летнего соответственно 32,5%, что составляет ежегодные потери в среднем за 100-летний период 0,4%, в 2 раза меньше по сравнению с вышележащим слоем. Для подпахотного (25-35 см) горизонта потери гумуса составляют значительно меньшую величину по сравнению с пахотным. За 100-летний период использования пашни в зерно-пропашном севообороте потери гумуса составили 11,9% или в 4 раза меньше, чем в верхнем слое пахотного горизонта и в 3 раза, чем в пахотном горизонте. Для иллювиального (35-150см) горизонта, наоборот, происходит различный прирост гумуса, в зависимости от длительности периода эксплуатации почвы: для 12-летнего 11,5%, для 37-летнего 15,4%, для 52-летнего 11,5% и соответственно для 100-летнего 7,7%. Такое перераспределение гумуса по профилю почвы происходит благодаря образованию подвижного гумуса за счет разрушения его при длительной механической обработке почвы и постепенного выщелачивания в иллювиальный горизонт. В основном гумус (естественно и другие биогенные элементы минерального питания) используются полевыми культурами и микроорганизмами из пахотного (и корнеобитаемого) горизонта, а образовавшийся подвижный гумус в процессе эксплуатации пашни выщелачивается осадками в иллювиальный горизонт и там постепенно накапливается. Таким образом, потери гумуса из всего профиля типичного чернозема составляет: при 12-летнем использовании пашни 0%, при 37-летнем 3,7%, при 52-летнем 16,7% и 100-летнем соответственно 20,4%. При более длительном (полувековом и вековом) периоде использования пашни ежегодные потери гумуса составляют незначительную величину от 0,3 до 0,2%, это в 4-5 раз меньше, чем потери приводимые в периодической печати (особенно для пахотного горизонта). Различия по уровню плодородия верхнего слоя пахотного горизонта к нижнему слою (по гумусу и другим биогенным элементам минерального питания) на целине резко различаются, на что указывает коэффициент дифференциации, который равен 1,42. При длительном использовании пашни в сельскохозяйственном производстве он приближается к 1, что указывает на формирование гомогенного по уровню плодородия пахотного горизонта. Аналогичные результаты по уровню плодородия получены по профилю для корнеобитаемого горизонта.

Перераспределение гумуса по профилю пахотного (и корнеобитаемого) горизонта происходит и при различных системах механической обработки почв, табл. 6. Например, проведенные исследования почвенного института Казахстана [11] на целинных землях южного карбонатного чернозема при различных системах обработки показывают, что при отвальной системе обработки с полным оборотом пласта верхняя часть гумусного слоя ложится в борозду и располагается таким образом на границе пахотного и подпахотного горизонтов. Тем самым, она обогащает нижнюю часть пахотного и верхнюю часть подпахотного горизонтов гумусом и естественно другими биогенными элементами минерального питания растений и микроорганизмами. Поэтому профиль корнеобитаемого горизонта выравнивается по уровню плодородия и становится гомогенным. Его коэффициент дифференциации (по сравнению с исходной целинной почвой, где он равен 1,45) приближается к 1,01, что указывает на гомогенное строение этого горизонта по уровню плодородия. Прирост гумуса при этой обработке в слое 0-40 см составляет 2,2%, а для пахотного и подпахотного горизонтов соответственно 2,8 и 2,0%. При глубокой безотвальной системе обработки (по методу Т. С. Мальцева) процесс перераспределения гумуса происходит в основном путем слабого распределения верхнего слоя почвы по всему профилю корнеобитаемого горизонта. Тем самым, эта система обработки незначительно обогащает гумусом этот горизонт и коэффициент дифференциации несколько снижается по сравнению с целинной почвой до 1,26, что указывает этот горизонт становится гетерогенным по уровню плодородия. Прирост гумуса для этой обработки в слое 0-40 см составляет незначительную величину +0,6%, а для пахотного горизонта он уже отрицательный и составляет -1,4%, для подпахотного соответственно +4,4%. При мелкой безотвальной системе обработки процесс перераспределения гумуса по профилю корнеобитаемого горизонта происходит совсем незначительный, на что указывает и коэффициент

дифференциации, который близок к целинной почве и он равен 1,44. Корнеобитаемый горизонт при этой системе обработки по уровню плодородия резко гетерогенный и близок к целинной почве. Прирост гумуса при этой обработке в слое 0-40 см составляет +0,9%, что в 2,5 раза меньше, чем при отвальной обработке и при глубокой безотвальной обработке соответственно в 3,6 раза.

Приведем данные (табл. 7), полученные в опытах при различных системах обработки и способах заделки удобрений на дерново-подзолистой почве [12]. При отвальной системе обработки, применяемой в культуре современного земледелия Нечерноземной зоны, перераспределение гумуса по профилю 0-30 см слоя почвы на варианте с NPK мало чем отличается от варианта без удобрений (принятого нами за контроль). Прирост гумуса осуществлялся в основном за счет верхних слоев пахотного горизонта, особенно на вариантах с совместным внесением NPK+солома и NPK+навоз. На это указывает и коэффициент дифференциации, который колебался незначительно и был близок к контролю и варианту с NPK. Таким образом корнеобитаемый слой почвы стал гетерогенным по уровню плодородия, с преимуществом плодородия в верхнем слое пахотного горизонта. При минимальной ресурсосберегающей системе обработки прирост гумуса составил незначительную величину на варианте NPK и постепенно он увеличивался на вариантах NPK+солома и NPK+навоз, в основном за счет верхних слоев корнеобитаемого горизонта, куда эти удобрения вносились при соответствующей обработке. Уровень плодородия корнеобитаемого горизонта при этой обработке стал резко гетерогенным и его коэффициент дифференциации был близок к контролю. При интенсивной глубокой системе обработки почвы прирост гумуса на всех вариантах осуществлялся в основном за счет нижних слоев корнеобитаемого горизонта. Коэффициент дифференциации гумуса по профилю корнеобитаемого горизонта при этой обработке составил на контроле 1,23 и снизился на 16,9% по сравнению с минимальной системой обработки и на 6,2% по сравнению с отвальной системой. На всех остальных вариантах он колебался от 1,05 до 1,09 и был близок к 1. Такое перераспределение гумуса в корнеобитаемом горизонте показывает на его гомогенное сложение почвы по уровню плодородия. Если сравнивать системы обработки, приняв за контроль отвальную систему, применяемую повсеместно в Нечерноземной зоне, то перераспределение удобрений и естественно гумуса и элементов минерального питания складывается следующим образом, табл. 8. При минимальной ресурсосберегающей системе гумус накапливается на варианте без удобрений, в основном в слое 0-10 см пахотного горизонта и корнеобитаемого слоя он составляет 11,5%. На вариантах с NPK и NPK+солома эти показатели снижаются практически до 0. И только на варианте NPK+навоз прирост гумуса составил 29,7%. Интенсивная глубокая система обработки, наоборот, заделывает удобрения в нижний слой корнеобитаемого горизонта и прирост гумуса в нем увеличивается с 33,9% до 51,2%, а во всем корнеобитаемом горизонте соответственно от 12,1 до 21,0%. Коэффициент дифференциации по гумусу для корнеобитаемого горизонта колебался для отвальной обработки в пределах 1,42 до 1,65, для минимальной соответственно от 1,36 до 2,40 и интенсивной обработки – 1,07 до 1,14. Это доказывает, что по гумусу и биогенным элементам минерального питания растений корнеобитаемый горизонт при отвальной и минимальной системах обработки становится гетерогенным по уровню плодородия, а при интенсивной системе обработки этот же горизонт по уровню плодородия, наоборот, становится гомогенным. На это указывают и данные таблицы 9, где потери гумуса при интенсивной глубокой системе обработки составляет незначительные величины по профилю корнеобитаемого горизонта, особенно с внесением минеральных удобрений с соломой и навозом. Аналогичные данные нами получены при традиционной и комбинированной системах обработки дерново-подзолистой почвы с внесением органоминеральных соединений (ОМС), табл. 10. Рассматривая данные видим, что при традиционной системе обработки почв с постановкой пласта на ребро (вар. 1), он оказывается практически на поверхности пашни и, поэтому перераспределение гумуса в пахотном горизонте оказывается аналогичным распределению в природной (не затронутой вспашкой) почве, с постепенным

распределением его сверху вниз по профилю корнеобитаемого (0-36 см) горизонта, с резким снижением в подпахотном (27-36 см) слое. При комбинированной системе обработки почвы, наоборот, верхний (0-10 см) пласт пахотного горизонта заделывается внутрипочвенным способом на границу пахотного и подпахотного горизонтов, попадая в основном в (18-27 см и 27-36 см) в слой пахотного и подпахотного горизонтов. Тем самым, он обогащает эти слои почвы гумусом (и естественно другими элементами минерального питания растений). Поэтому весь корнеобитаемый (0-36 см) горизонт постепенно обогащается гумусом (вар. 2) с 1.55 до 1.62% (на 0.07%), а его потери за севооборотный период составляют на 5.3% меньше по сравнению с контрольным вариантом. Аналогичная картина раскрывается при различных системах обработки почвы с внесением ОМС. При традиционной системе обработки почвы с ОМС (вар. 3) содержание гумуса увеличивается в основном в верхнем (0-18 см) слое и потери его за севооборотный период из корнеобитаемого горизонта составляют 32,2%. При комбинированной системе обработки почвы с ОМС (вар. 4), наоборот содержание гумуса увеличивается в основном в нижнем (18-36 см) слое корнеобитаемого горизонта и потери его за севооборотный период из корнеобитаемого горизонта составляют незначительную величину 10.3%, в 3 раза ниже по сравнению с традиционной системой обработки.

Таким образом нами установлено, что природа гумусообразования в почвах зависит от многих природных факторов, в том числе и антропогенных мероприятий, таких как проектное покрытие пашни растительностью, севообороты, системы обработки почвы, способы внесения удобрений и их совместных соединений и ряда других. Наилучшими агротехническими мероприятиями являются технологии с внутрипочвенным внесением органоминеральных соединений на границу пахотного и подпахотного горизонтов при комбинированной системе обработки один раз за севооборот, в результате которых улучшались не только физико-химические показатели почвы, но и увеличилась глубина корнеобитаемого горизонта почв, сделав его однородным по уровню плодородия по всему его профилю, а отдача от удобрений практически удвоилась по сравнению с технологией внесения удобрений в поверхностный слой пахотного горизонта при традиционной системе обработки почв, применяемой повсеместно в настоящее время.

Таблица 1

**Деградация пахотного горизонта обыкновенного чернозема Каменной степи  
(по Н. И. Лактионову)**

Природные условия эксплуатации	Общий гумус		В том числе			
	Содержание, %	Потери, %	Лабильные гумусовые соединения*		Консервативные гумусовые соединения**	
			Содержание, %	Потери, %	Содержание, %	Потери, %
Целина	10,97	0	3,85	0	7,12	0
Лесополосы	9,12	16,86	2,57	33,25	6,55	8,01
Косимая залежь	8,81	19,69	2,35	38,96	6,46	9,27
Пашня между лесными полосами	7,56	31,08	1,01	73,67	6,55	18,01
Пашня в открытом поле	6,01	45,21	0,50	87,01	5,51	22,61

\* Лабильные гумусовые соединения – мелкие частицы органического и частично минерализованного вещества состоящего из отмерших растительных и животных остатков и их выделений.

\*\* Консервативные гумусовые соединения – гумусовые вещества прочно связанные с минеральной частью почвы.

Таблица 2

**Деградация пахотного горизонта чернозема Сумской области при длительном его использовании в культуре земледелия (по Н. И. Лактионову)**

Длительность использования пашни, лет	Общий гумус		В том числе			
	Содержание, %	Потери, %	Лабильные гумусовые соединения		Консервативные гумусовые соединения	
			Содержание, %	Потери, %	Содержание, %	Потери, %
<b>Травопольный севооборот</b>						
Целина	9,4	0	3,6	0	5,8	0
Пашня 12 лет	7,8	17	2,4	33	5,4	7
Пашня 37 лет	7,3	22	2,1	42	5,2	10
Пашня более 100 лет	5,5	41	1,5	58	4,0	31
<b>Пропашный севооборот</b>						
Целина	9,4	0	3,6	0	5,8	0
Пашня 12 лет	7,7	18	2,2	39	5,2	10
Пашня 37 лет	6,4	32	1,6	56	4,8	17
Пашня более 100 лет	5,0	46	1,3	64	3,7	36

Таблица 3

**Деградация пахотного горизонта различных почв (по гумусу) при длительном использовании их в культуре земледелия (обобщенные данные)**

Тип почв								
Обыкновенный чернозем			Типичный чернозем			Типичный серозем		
Длительность использования пашни, лет	Общий гумус		Длительность использования пашни, лет	Общий гумус		Длительность использования пашни, лет	Общий гумус	
	Содержание, %	Потери, %		Содержание, %	Потери, %		Содержание, %	Потери, %
Залежь	11,4	0	Залежь	8,1	0	Исходное содержание	1,42	0
Пашня 25 лет	10,5	8	Пашня 12 лет	7,7	5	Пашня 15 лет	1,11	22
Пашня 75 лет	9,5	15	Пашня 37 лет	7,3	10	Пашня 25 лет	1,07	25
Пашня 300 лет	8,3	27	Пашня 52 года	5,9	27	Пашня 35 лет	0,98	31
			Пашня более 100 лет	5,4	33	Пашня 45 лет	0,93	35

Таблица 4





0-7	4,52	0	3,39	-25,0	4,02	-11,0	4,48	-0,9
7-14	3,48	0	3,56	+2,30	3,55	+2,0	3,60	+3,4
14-22	2,86	0	4,20	+46,9	3,16	+10,5	2,91	+1,7
22-30	2,63	0	2,66	+1,1	2,84	+8,0	2,69	+2,3
30-40	2,40	0	2,40	0	2,45	+2,1	2,40	0
0-40	3,18	0	3,25	+2,2	3,20	+0,6	3,21	+0,9
Для пахотного горизонта								
0-22	3,62	0	3,72	+2,8	3,57	-1,4	3,65	+0,8
Для подпахотного горизонта								
22-40	2,51	0	2,56	+2,0	2,62	+4,4	2,54	+1,2
Дифференциация верхнего слоя пахотного горизонта к нижнему слою								
0-14 14-30	1,46		1,01		1,26		1,44	

Таблица 7

**Влияние систем обработки и способов внесения удобрений на содержание (в %) гумуса в корнеобитаемом горизонте дерново-подзолистой почвы (по Н. С. Матюку и др.)**

Слой почвы, см	Варианты опыта							
	Без удобрений (контроль)		NPK		NPK+солома		NPK+навоз	
	Содержание гумуса, %	Прирост, %	Содержание гумуса, %	Прирост, %	Содержание гумуса, %	Прирост, %	Содержание гумуса, %	Прирост, %
Отвальная								
0-10	1,56	0	1,85	18,6	2,03	30,1	2,21	41,7
10-20	1,35	0	1,39	25,2	1,97	45,9	1,96	45,2
20-30	1,03	0	1,18	14,6	1,23	19,4	1,27	23,3
0-30	1,31	0	1,57	19,8	1,74	32,8	1,82	38,9
0-10 10-30	1,31	–	1,30	–	1,27	–	1,36	–
Минимальная, ресурсосберегающая								
0-10	1,87	0	1,94	3,7	2,06	10,2	3,04	62,6
10-20	1,47	0	1,60	8,8	2,01	42,9	2,76	87,8
20-30	1,04	0	1,27	22,1	1,04	0	1,27	16,3
0-30	1,46	0	1,57	7,5	1,77	21,2	2,36	59,6
0-10 10-30	1,48	–	1,44	–	1,35	–	1,53	–
Интенсивная, глубокая								
0-10	1,73	0	2,01	16,2	2,04	17,9	2,08	20,2
10-20	1,43	0	1,94	35,7	2,01	46,9	2,04	42,6
20-30	1,38	0	1,75	26,8	1,85	34,1	1,92	39,1
0-30	1,51	0	1,90	25,8	1,97	30,5	2,00	32,5
0-10 10-30	1,23	–	1,09	–	1,06	–	1,05	–

Таблица 8

**Влияние систем обработки на перераспределение гумуса по профилю корнеобитаемого горизонта дерново-подзолистой почвы (на основе данных Н. С. Матюка и др.)**

	Варианты опыта			
	Без удобрений	NPK	NPK+солома	NPK+навоз

Слой почвы, см	Содержание гумуса, %	Прирост, %	Содержание гумуса, %	Прирост, %	Содержание гумуса, %	Прирост, %	Содержание гумуса, %	Прирост, %
<b>Отвальная (контроль)</b>								
0-10	1,56	0	1,85	0	2,03	0	2,21	0
10-20	1,35	0	1,39	0	1,97	0	1,96	0
20-30	1,03	0	1,18	0	1,23	0	1,27	0
0-30	1,31	0	1,57	0	1,74	0	1,82	0
<u>0-20</u> 20-30	1,42	–	1,50	–	1,63	–	1,65	–
<b>Минимальная, ресурсосберегающая</b>								
0-10	1,87	19,9	1,94	4,9	2,06	1,5	3,04	37,6
10-20	1,47	8,9	1,60	15,1	2,01	6,6	2,76	40,8
20-30	1,04	0,97	1,27	7,6	1,24	0,8	1,27	0
0-30	1,46	11,5	1,57	0	1,77	1,7	2,36	29,7
<u>0-20</u> 20-30	1,61	–	1,36	–	1,64	–	2,40	–
<b>Интенсивная, глубокая</b>								
0-10	1,73	10,9	2,01	8,6	2,04	0,5	2,08	-5,9
10-20	1,43	5,9	1,94	14,8	2,01	6,6	2,04	4,1
20-30	1,38	33,9	1,75	48,3	1,85	50,4	1,92	51,2
0-30	1,51	15,3	1,90	21,0	1,97	13,2	2,04	12,1
<u>0-20</u> 20-30	1,14	–	1,12	–	1,09	–	1,07	–

Таблица 9

**Влияние различных систем обработки и способов внесения удобрений на формирование гомогенного по уровню плодородия (по гумусу) корнеобитаемого горизонта дерново-подзолистой почвы (на основе данных Н. С. Матюка и др.)**

Слой почвы, см	Варианты опыта							
	Без удобрений		NPK		NPK+C		NPK+N	
	Содержание гумуса, %	Потери, %	Содержание гумуса, %	Потери, %	Содержание гумуса, %	Потери, %	Содержание гумуса, %	Потери, %
<b>Отвальная</b>								
0-10	1,56	0	1,85	0	2,03	0	2,21	0
10-20	1,35	13,5	1,39	24,9	1,97	3,0	1,96	11,3
20-30	1,03	34,0	1,18	36,2	1,23	39,4	1,27	42,5
0-30	1,31	16,0	1,57	20,5	1,74	14,3	1,82	17,6
<b>Минимальная, ресурсосберегающая</b>								
0-10	1,87	0	1,94	0	2,06	0	3,04	0
10-20	1,47	21,4	1,60	17,5	2,01	2,4	2,76	9,2
20-30	1,04	44,4	1,27	34,5	1,24	39,8	1,27	58,2
0-30	1,46	21,9	1,57	19,1	1,77	14,1	2,36	22,4
<b>Интенсивная, глубокая</b>								
0-10	1,73	0	2,01	0	2,04	0	2,08	0
10-20	1,43	17,4	1,94	3,5	2,01	1,5	2,04	1,9
20-30	1,38	20,2	1,75	12,9	1,85	9,3	1,92	7,7
0-30	1,51	12,7	1,90	5,5	1,97	3,4	2,00	2,8

Таблица 10

**Влияние различных систем обработки и способов внесения удобрений на формирование гомогенного по уровню плодородия (по гумусу) корнеобитаемого горизонта дерново-подзолистой почвы (на основе данных Н. М. Шевцова)**

Слой почвы, см	Варианты опыта							
	1*		2		3		4	
	Содержание гумуса, %	Потери, %	Содержание гумуса, %	Потери, %	Содержание гумуса, %	Потери, %	Содержание гумуса, %	Потери, %
0-9	2,10	0	2,05	0	2,55	0	2,14	0
9-18	1,93	8,1	1,98	3,4	2,24	12,2	2,14	0
18-27	1,62	22,9	1,92	6,3	1,62	36,5	2,83	+32,2
27-36	0,53	74,8	0,53	74,1	0,47	81,6	0,49	77,0
0-36	1,55	26,2	1,62	20,9	1,72	32,6	1,90	11,2
<u>0-9</u> 9-27	1,19		1,05		1,32		0,90	

\* 1-контроль (фон N60P60K60 + известкование по 1 г. к. на всех вариантах опыта одинаков) традиционная система обработки почв с постановкой пласта на ребро; 2 – комбинированная система обработки с внутрипочвенным внесением пласта на границу пахотного и подпахотного горизонтов; 3 – традиционная система обработки почв с поверхностным внесением ОМС в пахотный горизонт; 4 – комбинированная система обработки почв с внутрипочвенным внесением ОМС на границу пахотного и подпахотного горизонтов.

### Литература

1. Герцен А. И. Сочинения в 2-х томах. М.: Мысль. 1985. -592 с.
2. Дарвин Ч. Р. Происхождение видов. М.: Сельхозиздат. 1952. 400с.
3. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: Политиздат. 1969. -502 с.
4. Тимирязев К. А. Избранные сочинения. М.: ОГИЗ –Сельхозгиз. 1949. 520 с.
5. Гринченко А. М. и др. Трансформация гумуса при сельскохозяйственном использовании земель. / Вестник с-х. науки. 1979. №1. С. 36-40.
6. Адерихин П. Г. Изменение черноземных почв ЦЧО при использовании в сельском хозяйстве. / Черноземы ЦЧО и их плодородие. М. 1964. с 25-30.
7. Чесняк Г. Я. И др. Гумусное состояние черноземов. М.: Колос. 1983. 200 с.
8. Белоусов М. А. и др. Круговорот и баланс гумуса в районах химизации почв Узбекистана, Сб. Повышение плодородия почв при интенсивной химизации. М.: Наука. 1983.
9. Шевцов Н. М. Комбинированная система обработки почв в культуре современного богарного земледелия. М.: Литкон. 2012. 320 с.
10. Акулов П. Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. М.: Колос. 1992. -200 с.
11. Францессон В. А. Сохранение и повышение плодородия почвы при освоении целинных земель. Избранные труды. М. 1963. -320 с.
12. Матюк Н. С. и др. Урожайность культур и плодородия почвы в зависимости от ее обработки и удобрения. / Плодородие. 2008. №1. с. 38-40.