

## REDOX STATUS OF SOILS AS A CRITERION OF THEIR FERTILITY

V.I. Savich<sup>1</sup>, V.V. Gukalov<sup>2</sup>, A.M. Polyakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy ul. Timiryazevskaya 49, Moscow, 127550 Russia

<sup>2</sup>North-Caucasian Experimental Station

Additional parameters have been proposed for assessing the redox status of soil: determination of the fractional composition of redox systems by potentiostatic coulometry; estimation of the buffer capacity of soils in the redox range, antiradical activity of soil solutions and their content of antioxidants,  $\Delta E_h/\Delta pH$  ratios in different pH ranges,  $\Delta X/\Delta E_h$  and  $\Delta X/\Delta pH$  ratios, and  $\Delta pH$  for biophilic elements and toxicants. Redox processes and regimes are estimated for the integrated agronomical and ecological assessment of the redox status of soils.

Keywords: soil, oxidation, reduction, buffering properties, irrigation.

УДК 631.417 (470.32)

## ВЛИЯНИЕ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР И ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ НА СОХРАНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

С.И. Коржов, д.с.-х.н., Т.А. Трофимова, д.с.-х.н., Г.В. Котов,  
Воронежский ГАУ им. императора Петра I

394087 г. Воронеж ул. Мичурина 1, Россия E-mail [Korzem@mail.ru](mailto:Korzem@mail.ru)

В исследованиях, проводимых с 1972 г. на черноземе выщелоченном в длительных стационарных опытах Воронежского ГАУ, изучали приемы сохранения и повышения плодородия почвы. Показано влияние сельскохозяйственных культур, севооборотов, соломы озимой пшеницы и ячменя, многолетних трав, сидерального пара и пожнивной сидерации, дефеката, навоза, минеральных удобрений на содержание гумуса и динамику почвенных микроорганизмов.

Возделывание люцерны в выводном поле и в севооборотах повысило содержание гумуса за 18 лет на 0,15-0,44% относительно его содержания в 1972 г. По темпам минерализации органического вещества, в условиях интенсивного земледелия, изучаемые культуры можно разделить на три группы: зерновые теряют 0,9-1,1 т/га гумуса в год; кукуруза на силос - 1,2-1,3; сахарная свекла и черный пар - 1,8-1,9 т/га. В парных комбинациях потери органического вещества меньше. При чередовании озимой пшеницы с чистым паром гумуса в почве содержалось 3,38%, т. е. на уровне бессменного посева озимой пшеницы, но значительно больше, чем в бессменном пару. Внесение навоза в севообороте как с сидеральным, так и с занятым паром повысило содержание гумуса на 0,06-0,12%. Комплексное применение приемов биологизации земледелия способствовало увеличению содержания гумуса на 0,06-0,1%. При этом установлено, что за оптимальное содержание почвенных микроорганизмов можно принять: бактерии, усваивающие органические формы азота 38-40%, микроорганизмы, ассимилирующие минеральные формы азота - 35-37, олигонитрофильные - 21-24, целлюлозолитические - 1,1-1,2, актиномицеты - 0,7-1,1%.

Ключевые слова: плодородие, севооборот, чернозем, солома, навоз, дефекат, микроорганизмы.

Теоретическое и практическое обоснование приемов сохранения и воспроизводства плодородия черноземов в формировании и активности их живой фазы (как основы плодородия почв) на современном этапе весьма актуально, поскольку микроорганизмы - исключительно чувствительные индикаторы изменений, происходящих в окружающей среде [1, 4].

Результаты исследований, полученные в длительных стационарных опытах, позволяют не только оценить изучаемые культуры и приемы воспроизводства плодородия как факторов формирования комплекса почвен-

ных микроорганизмов, но и своевременно устранить негативные изменения свойств черноземов.

Цель исследований - оценить роль сельскохозяйственных культур, их чередования, разработку приемов воспроизводства плодородия почвы при внесении органических и минеральных удобрений как основных факторов, определяющих параметры биологических процессов черноземов в системах земледелия ЦЧЗ.

Задачи исследований: 1. Выявить влияние сельскохозяйственных культур, послеуборочных остатков, различных видов органических и минеральных удобрений на динамику биологических показателей черноземов; 2. Определить биомассу микроорганизмов в черноземных почвах при различных уровнях техногенного воздействия; 3. Разработать модель биологического блока воспроизводства плодородия черноземов.

**Методика.** Исследования проводили в стационарных опытах кафедры земледелия и агроэкологии Воронежского ГАУ. Опыт №1 по определению влияния насыщения севооборотов бобовыми культурами (14, 28 и 42%), парных комбинаций различных культур и бессменных посевов на основные показатели плодородия чернозема выщелоченного (заложен М.И. Сидоровым в 1972 г.).

Опыт №2 по определению сочетания биологических и техногенных приемов повышения плодородия почвы (заложен Н.И. Зезюковым в 1985 г.). Схема опыта включает 10 вариантов внесения различных доз минеральных удобрений, навоза (Н), запашку соломы озимой пшеницы (Соп) и ячменя (Ся), биомассы сидератов, возделываемых в пару и пожнивно (Ск), дефеката (Д) в 4-польном севообороте - пар занятый (Пз) эспарцет; пар сидеральный (Пс) эспарцет; озимая пшеница; сахарная свекла; ячмень.

В качестве контрастных объектов использовали также варианты залежи с 1946 г. и с 1991 г. и черного пара с 1972 г., занимающие делянки вне севооборота.

Исследования проводили на выщелоченном тяжело-суглинистом черноземе с содержанием гумуса 4,28%, общего азота - 0,24%, суммы поглощенных оснований - 27,8 мг-экв/100 г почвы,  $pH_{\text{сол}}$  6,5.

Анализ почвы и растений проводили по общепринятым методикам.

**Результаты и их обсуждение.** Воспроизводство плодородия почв возможно на основе использования

комплекса приемов, к которым относятся порядок чередования растений, технология возделывания сельскохозяйственных культур, система удобрения и др.

Многолетние травы по своему влиянию на почву приближаются к действию растений, произрастающих на необрабатываемых землях. Велика их роль в обогащении почвы свежим органическим веществом и повышении содержания гумуса в черноземных почвах. Возделывание люцерны в шестилетнем выводном поле и в плодосменных севооборотах способствует оструктурированию почвы, увеличению ее биологической активности, биологического азота и свежего негумифицированного органического вещества. Все это повышает содержание гумуса на 0,15-0,44% относительно его содержания в 1972 г.

Использование пашни длительное время без посева культур (бессменный пар) снижало содержание гумуса на 21,1%. Бессменные посевы зерновых культур – озимой пшеницы и ячменя – приводило к потере гумуса на 20,8 и 16,2% соответственно. Возделывание гороха на одном поле севооборота в течение 18 лет способствовало уменьшению гумуса на 21,3%. Наибольшая скорость минерализации гумуса наблюдалась при бессменном возделывании сахарной свеклы – 33,0%.

В парных комбинациях потери органического вещества меньше. При чередовании озимой пшеницы с черным паром содержание гумуса в почве (табл. 1) было на уровне бессменного посева озимой пшеницы, но значительно больше, чем по бессменному пару. Абсолютные потери гумуса в данных вариантах составили 13,1-21,1% (табл. 1).

Следовательно, даже простое чередование двух культур способствует сохранению потенциального плодородия почвы.

**1. Содержание гумуса в пахотном слое почвы парных комбинаций и севооборотов через 18 лет после закладки опыта [2], %**

Парные комбинации	Без удобрений	С внесением минеральных удобрений
Черный пар – озимая пшеница	3,38	3,30
Горох – озимая пшеница	3,72	3,62
Кукуруза на силос – озимая пшеница	3,48	3,36
Ячмень – озимая пшеница	3,99	3,20
Ячмень – сахарная свекла	3,66	3,76
Кукуруза на силос – сахарная свекла	3,58	3,59

НСР<sub>05</sub>: частных различий 0,25, парных комбинаций 0,19, удобрений 0,10

Эффективность от внесения минеральных удобрений была неоднозначной. В парных комбинациях культур сплошного посева отмечается усиление минерализации органического вещества. При чередовании пропашной культуры с культурой сплошного посева или только пропашных культур внесение минеральных удобрений не увеличивало потери гумуса.

Чередование культур в четырехпольных севооборотах снижало темпы разложения органического вещества (табл.2).

В среднем по севооборотам содержание гумуса составило 3,58%, т.е. было на уровне варианта с бессменным посевом ячменя с меньшей минерализацией гумуса. Внесение минеральных удобрений усиливало потери органического вещества в зернопаропропашном и зернотравяном севооборотах. В плодосменном сево-

обороте на удобренном фоне минерализация гумуса была меньше, чем в других изучаемых видах севооборотов.

**2. Содержание гумуса в пахотном слое почвы севооборотов через 18 лет после закладки опыта [2], %**

Севооборот	Без удобрений	С внесением минеральных удобрений
Зернопаропропашной	3,59	3,39
Плодосменный	3,47	3,69
Зернотравяной	3,69	3,57

НСР<sub>05</sub>: частных различий 0,23, севооборотов 0,18, удобрений 0,14

При использовании минеральных удобрений наибольшая почвозащитная эффективность достигается в плодосменном севообороте, т.е. при чередовании культур различных по биологии и технологии возделывания, с разным химическим составом послеуборочных остатков. Наличие чистого пара, насыщение яровыми зерновыми культурами усиливают потери гумуса в полевых севооборотах.

Насыщение севооборотов бобовыми культурами до 28 и 42% способствовало увеличению содержания гумуса за две ротации на 0,15 и 0,27% соответственно.

Определение токсичности почвы по вариантам стационарного опыта №1 показало, что почвоутомление является одним из факторов снижения продуктивности культур в ЦЧЗ. Токсичность почвы возрастает при бессменном возделывании или размещении культур, однородных по биологии. Фактором повышения токсичности являются послеуборочные остатки культур. Более выражены фитотоксичные свойства у остатков зерновых колосовых культур. Ускорение разложения негумифицированного органического вещества почвы уменьшает отрицательное действие токсинов на растение. Остатки бобовых культур, поступающие в почву, уменьшают ее токсичность и снижают фитотоксичность солоmistых остатков зерновых колосовых культур при их добавлении к последним.

В стационарном опыте №2 по изучению сидеральных паров (эспарцет) и пожнивной сидерации (горчица сарептская) токсичность почвы при внесении соломы озимой пшеницы составила 136,0 УКЕ (условных куриных единиц), а при добавлении к соломе биомассы сидератов - 11,6 УКЕ.

Наличие в севооборотах чистого пара и гороха снижает токсичность почвы под следующими за ними культурами и проявляется последствие.

При изучении динамики инфекционного потенциала корневых гнилей зерновых культур установлено, что после уборки озимой пшеницы с пожнивно-корневыми остатками в почву поступает много возбудителей рода фузариум. Ячмень способствует росту гриба гелиминтоспориума. Бессменное возделывание озимой пшеницы и ячменя приводило к резкому накоплению соответствующих патогенных форм общего комплекса возбудителей заболевания, значительному поражению растений и уменьшению их продуктивности. При возделывании зерновых культур в зернопаропропашном и плодосменном севооборотах снижалась пораженность растений. Инфекция корневых гнилей в почве имела стабильный характер. Насыщение зерновыми культурами до 75% в зернотравяном севообороте привело к росту общего потенциала почвенной инфекции [6].

Переход на эколого-ландшафтные системы земледелия предполагает усиление биологических факторов, в первую очередь широкое применение биологических приемов воспроизводства плодородия почвы.

В сохранении и повышении плодородия почвы большая роль принадлежит сидерации. Сидераты, как и навоз, содержат все необходимые для питания растений вещества. При запашке зеленого удобрения полностью исключается потеря накопленного в нем азота и зольных элементов питания.

Внесение сидератов активизирует микробиологическую и ферментативную активность почвы, усиливает биологическую активность, больше выделяется диоксида углерода, накапливается аминокислот. При благоприятных гидротермических условиях продукты разложения зеленого удобрения превращаются в гуминовые кислоты. Увеличивается выход гумусовых веществ при совместном применении соломы с зеленым удобрением.

Результаты исследований, проведенных в стационарном опыте №2, показали, что совместное применение зеленого удобрения и соломы зерновых культур по фону минеральных удобрений способствует положительному балансу органического вещества в черноземе выщелоченном (табл.3).

**3. Состояние органического вещества в пахотном слое севооборотов с занятым и сидеральным парами (стационарный опыт №2, 1985-2015 гг.)**

Вариант опыта	Поступление свежего органического вещества, т/га	Гумус, %	Лабильное органическое вещество, %	Масса микроорганизмов, т/га
ЗП + N30+Соп+Ск	3,6	3,71	0,33	5,4
ЗП + NPK <sub>(200)</sub> + Н + Ск + Соп	9,2	4,34	0,52	6,3
ЗП + NPK <sub>(200)</sub> + Н + Ск	7,9	4,29	0,49	6,2
ЗП + NPK <sub>(350)</sub> + Ск + 2 Соп	8,0	4,22	0,43	6,1
ЗП + NPK <sub>(100)</sub> + Ск + Соп	6,7	4,12	0,42	5,9
ЗП + NPK <sub>(200)</sub> + Ск + Соп	6,8	4,10	0,44	5,9
ЗП + NPK <sub>(300)</sub> + Ск + Соп	6,9	4,17	0,43	6,0
ЗП + NPK <sub>(350)</sub> + Ск + Соп	7,0	4,20	0,48	6,1
ЗП + NPK <sub>(350)</sub> + Ск + Д + Соп	7,8	4,23	0,45	6,1
СП + N30+Суд+Соп+Ся	4,6	3,80	0,36	5,5
СП + NPK <sub>(200)</sub> + Н + Суд + Соп + Ся	11,2	4,35	0,54	6,3
СП + NPK <sub>(200)</sub> + Н + Суд + Ся	9,9	4,40	0,57	6,4
СП + NPK <sub>(350)</sub> + Суд + 2 Соп + Ся	10,0	4,36	0,60	6,5
СП + NPK <sub>(100)</sub> + Суд + Соп + Ся	9,0	4,27	0,58	6,1
СП + NPK <sub>(200)</sub> + Суд + Соп + Ся	9,1	4,28	0,51	6,2
СП + NPK <sub>(300)</sub> + Суд + Соп + Ся	9,2	4,32	0,50	6,3
СП + NPK <sub>(350)</sub> + Суд + Соп + Ся	9,3	4,37	0,53	6,3
СП + NPK <sub>(350)</sub> + Суд + Д + Соп + Ся	10,0	4,30	0,57	7,1
НСР <sub>05</sub>	-	0,18	0,10	0,05

*Примечание.* ЗП - занятый пар, СП - сидеральный пар, Н - навоз, Соп - солома озимой пшеницы, Ся - солома ячменя, Д - дефекат, Суд - пожнивный сидерат на удобрение, Ск - использование горчицы на корм.

Следует отметить при этом важную роль навоза как органического удобрения. Внесение навоза в севообороте как с сидеральным, так и с занятым паром способствовало повышению содержания гумуса на 0,06-0,12%. Таким образом, проблема плодородия почвы тесно связана с развитием животноводства, которое, потребляя продукцию растениеводства, обеспечивает эту отрасль сельского хозяйства ценным органическим удобрением.

При оценке влияния изучаемых вариантов на баланс органического вещества почвы установлено, что внесение соломы озимой пшеницы, ячменя, дефеката, пожнивный посев горчицы сарептской в севооборотах с сидеральным и занятым паром по фону NPK<sub>(100-350)</sub> способствуют поддержанию количества гумуса на уровне контроля.

Увеличение содержания в почве органического вещества приводит к росту биомассы микроорганизмов, которая после отмирания бактерий и микромицетов служит важным источником повышения биологической активности черноземов.

Применение различных видов органических удобрений в комплексе с минеральными вызывало заметные изменения в структуре микробного ценоза чернозема выщелоченного.

За оптимальные параметры показателей плодородия чернозема выщелоченного принимали такие, при которых обеспечивались наибольшая урожайность сельскохозяйственных культур и повышение содержания гумуса. К ним были отнесены следующие варианты: занятый пар + NPK<sub>(200)</sub> + навоз + солома озимой пшеницы + пожнивный посев горчицы сарептской на зеленый корм; сидеральный пар + NPK<sub>(200)</sub> + навоз + солома озимой пшеницы + солома ячменя + пожнивный посев горчицы сарептской на сидерат; сидеральный пар + NPK<sub>(200)</sub> + навоз + солома ячменя + пожнивный посев горчицы сарептской на сидерат. В этих вариантах содержание гумуса составило 4,34-4,40%, бактерий, усваивающих органические формы азота - 38-40, микроорганизмов, ассимилирующих минеральные формы азота - 35-37, олигонитрофильных - 21-24, целлюлозолитических - 1,1-1,2, актиномицетов - 0,7-1,1%, а продуктивность культур севооборота была самая высокая. Такое соотношение микроорганизмов указывает на сбалансированность процессов синтеза-разложения органического вещества в системе почва-растение.

Использование метода множественной корреляции позволило оценить роль отдельных факторов, характеризующих показатели плодородия почвы, выделить из них ведущие и определить вклад каждого из них в формирование урожая сельскохозяйственных культур.

Таким образом, модель биологического блока почвы складывается из множества показателей, тесно связанных друг с другом, и изменение одного из них вызывает изменение другого. При этом выделены ведущие показатели и определен вклад каждого из них в формирование урожая.

Проанализировав полученные в стационарных опытах кафедры земледелия данные за 35 лет и обработав их методом множественной корреляции, составлено уравнение линейной регрессии, описывающее зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от комплекса биологических показателей плодородия. Это уравнение является математической моделью биологического блока плодородия чернозема выщелоченного.

$Y=50,9+0,42X_1+0,79X_2+0,53X_3+0,49X_4+0,44X_5+0,51X_6+0,43X_7+0,81X_8+0,27X_9+0,26X_{10}+0,56X_{11}+0,30X_{12}+0,58X_{13}+0,78X_{14}+0,54X_{15}+0,80X_{16}+0,71X_{17}+0,46X_{18}-375,9$ ,

где  $Y$  – урожайность сельскохозяйственных культур ц. ед/га;  $X_1$  – общее количество микроорганизмов, млн/г почвы;  $X_2$  – количество аммонификаторов, млн/г почвы;  $X_3$  – микроорганизмы, усваивающие минеральный азот, млн/г почвы;  $X_4$  – микромицеты, тыс/г почвы;  $X_5$  – актиномицеты, млн/г почвы;  $X_6$  – азотобактер, млн/г почвы;  $X_7$  – олигонитрофилы, млн/г почвы;  $X_8$  – целлюлозоразлагающие, млн/г почвы;  $X_9$  – биомасса микроорганизмов, т/га;  $X_{10}$  – гумус, %;  $X_{11}$  – детрит, %;  $X_{12}$  – выпашанность, балл;  $X_{13}$  – растительные остатки, т/га;  $X_{14}$  – нитрификационная способность почвы, мг/кг;  $X_{15}$  – выделение  $CO_2$ , мг/ч;  $X_{16}$  – активность каталазы, мл  $O_2$ ;  $X_{17}$  – активность уреазы, мг  $NH_3$ ;  $X_{18}$  – активность инвертазы, мг глюкозы/г почвы.

Определение уровней урожайности культур по этому уравнению дало результаты, сходные с фактическими. При этом в годы с гидротермическими условиями, близкими к средним многолетним, амплитуда колебаний составляла 4–6%, а в годы, значительно различающиеся по погодным условиям, она возросла до 9–14%.

**Заключение.** Внесение соломы озимой пшеницы, ячменя, дефеката, пожнивный посев горчицы сарептской в севооборотах с сидеральным и занятым паром по

фону НРК<sub>(100-350)</sub> способствуют поддержанию содержания гумуса на уровне контроля 1972 г.

Использование пашни длительное время без посева культур (бессменный пар) снижало содержание гумуса на 21,1%. Бессменные посевы сельскохозяйственных культур уменьшали его содержание на 16,2–33,0%, парные комбинации – на 14,5–21,1%.

При возделывании культур в парных комбинациях и севооборотах увеличивалось взаимовлияние культур и их послеуборочных остатков на биологические процессы в почве.

Полевые культуры ЦЧЗ, за исключением многолетних трав, не обеспечивают сохранение гумуса черноземных почв. Наибольшие потери гумуса под сахарной свеклой и в чистом пару. Лучше сохраняет органическое вещество черноземов плодосменный севооборот.

#### Литература

1. Звягинцев Д.Г. Почвы и микроорганизмы. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.
2. Зезюков Н.И., Острецов В.Е. Сохранение и повышение плодородия черноземов. – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 1999. – 312 с.
3. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. – М.: Наука, 1965. – 152 с.
4. Коржов С.И. Микробиологическая активность чернозема выщелоченного при антропогенном воздействии. – Воронеж: Изд-во Истоки, 2005. – 153 с.
5. Трофимова Т.А., Коржов С.И., Маслов В.А. Основная обработка почвы и засоренность посевов// Земледелие. – 2011. – №8. – С.2–4.
6. Рябчикова В.В. Корневые гнили зерновых культур Центрально-Черноземного региона России. – Воронеж, 2012. – 224 с.

## EFFECT OF FIELD CROPS AND BIOLOGIZATION METHODS ON SOIL FERTILITY PRESERVATION

S.I. Korzhov, T.A. Trofimova, G.V. Kotov, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ul. Michurina, 1, Voronezh, 394087, Russia, E-mail: Korzem@mail.ru

*Different techniques of preserving and enhancing soil fertility in long-term stationary experiments of the Department of Arable Farming of Voronezh State Agrarian University were studied. The soil of the plots was leached chernozem. The research was set up in 1972. The influence of cultivated crops, crop rotations, perennial grasses, green-manured fallow and stubble crops, and the application of winter wheat and barley straw, defecate, manure, and mineral fertilizers on humus content and dynamics of soil microorganisms was studied. Alfalfa cultivation on emergency fields and in crop rotations increased the humus content over 18 years by 0.15–0.44% with respect to its level in 1972. The greatest losses of humus content were registered in treatments with sugar beet cultivation. Up to 2.5–2.6 t/ha of humus on the average was removed annually from the topsoil. According to the mineralization rate of organic matter under conditions of intensive agriculture, the test cultures can be divided into three groups: the removal of humus is 0.9–1.1 t/ha in the year when grains are cultivated, 1.2–1.3 t/ha in the year when corn is cultivated for silage, and 1.8–1.9 t/ha in the year when sugar beet is cultivated and in case of fallow land. In paired combinations, the organic matter losses were lower. In farming rotations in the case of alternation between winter wheat and complete fallow, humus content in the soil was 3.38%, which was equal to that in the treatment of winter wheat cultivation as a monoculture, but significantly higher than under continuous land fallowing. Manure treatment in crop rotations both with green-manured fallow and sown fallow fostered the increase in humus content by 0.06–0.12%. The combined application of different techniques of biological agriculture contributed to the increase of humus content by 0.06–0.1%. Furthermore, optimum contents of soil microorganisms were determined: the content of organic nitrogen-assimilating bacteria is 38–40%; the content of microorganisms assimilating mineral forms of nitrogen is 35–37%; oligonitrophilic 21–24%, cellulolytic 1.1–1.2%, and actinomycetes 0.7–1.1%.*

*Keywords: fertility, crop rotation, chernozem, straw, manure, defecate, microorganisms.*

## ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ И БАЛАНСА ГУМУСА В ДЛИТЕЛЬНЫХ ОПЫТАХ ГЕОСЕТИ

В.Г. Сычёв, ак. РАН, Л.К. Шевцова, д.б.н., Г.Е. Мёрзлая, д.с.-х.н., М.В. Беличенко, к.б.н., ВНИИА 127550, Москва, ул. Прянишникова, 31а, Россия E-mail: [info@vniia-pr.ru](mailto:info@vniia-pr.ru), [lab.organic@mail.ru](mailto:lab.organic@mail.ru)

Определены на основании анализа многолетних экспериментальных данных в 19 стационарных полевых опытах Географической сети основные параметры динамики и баланса органического вещества почв при длительном применении различных систем удобрения и разработаны критерии их оценки. Даны рекомендации по совершенствованию систем удобрения с целью оптимизации гумусного состояния почв и повышения их продуктивности.

**Ключевые слова:** длительные полевые опыты, системы удобрения, почвы, гумус, баланс, Геосеть, мониторинг.

В данной работе на примере 19 длительных опытов приводятся результаты исследований баланса и динамики

гумуса почв в виде содержания и запасов углерода (С, % и С, т/га соответственно) за длительный период от исходных (или близких к исходным) показателей содержания органического вещества до конечных, определяемых за учетный период времени. В некоторых опытах исследования в этом направлении проводили несколько раз за время наблюдений, что позволило сравнить темпы изменения содержания гумуса за разные периоды его трансформации.

Опыты, которые вошли в исследование: Соликамская опытная станция, Пермская обл. (1934–1960), ВНИИОУ, Владимирская обл. (1968–2008), ВНИИ льна, г. Торжок (1956–2011), РГАУ – МСХА, г. Москва (1912–1960), Перм-