



## РОЛЬ ГУМУСА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЫ В ИЗМЕНЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕЁ ОБЩЕЙ ТОКСИЧНОСТИ И УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

А.М. Труфанов

к.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой агрономии  
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль

*Токсичность почвы,  
содержание гумуса  
в почве, урожайность  
яровой пшеницы,  
технологии  
возделывания,  
дерново-подзолистые  
глееватые  
среднесуглинистые  
почвы*

*Soil toxicity, humus content  
in the soil, yield  
of spring wheat, cultivation  
technology, soddy podzolic  
gleyic middle loamy soil*

Необходимым условием плодородия почв является содержание, запасы и состав гумуса. Им определяются многие свойства почв, а также условия питания растений [1].

Гумус считается основой плодородия почвы, и само её возникновение представляет, прежде всего, взаимодействие органического вещества с бесплодной минеральной породой. Роль гумуса в почвенном плодородии многообразна. Установлено, что более гумусированная почва обладает лучшими физико-механическими и технологическими свойствами, органическое вещество обеспечивает создание оптимальных параметров воздушно-теплового, пищевого, водного и санитарного режимов, буферности почвы и сохраняет её как средство производства в земледелии, как важнейший элемент биосферы. Повышение или даже поддержание на одном уровне баланса содержания гумуса имеет большое значение в продуктивности малоплодородных почв Нечернозёмной зоны [2].

В современных экологических условиях высокой аккумуляции поллютантов в почвах, способствующей изменению свойств, существенно изменяются экологические функции почв, их плодородие и качество растениеводческой продукции [3].

Буферность почвы по отношению к токсикантам определяется её химизмом, количеством и качеством органического вещества (гумуса) и уровнем рН. Внесение торфонавозных компостов, навоза, соломы увеличивает запасы гумуса в почве, её буферную способность и поглощающую ёмкость. Обработка почвы влияет на токсиканты путём перемещения их в глубокие горизонты, где они становятся недоступными для корневой системы растений [4].

Различные по интенсивности и ресурсосбережению технологии возделывания оказывают существенное влияние на гумусовое состояние почв и их токсичность [5]. При этом токсичность является комплексным показателем загрязнения почвы, то есть её свойство подавлять прорастание семян, рост и развитие высших растений [6].

Поэтому целью работы было установить динамику изменения и взаимосвязь показателей содержания гумуса, общей токсичности почвы и урожайности яровой пшеницы под влиянием различных технологий её возделывания.

### Методика

Исследования проводились в 2017 году в многолетнем трёхфакторном полевом опыте, заложенном на опытном поле кафедры «Агрономия» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве. Схема опыта включала: фактор «система основной обработки почвы» (отвальная, «O<sub>1</sub>»; поверхностная с рыхлением, «O<sub>2</sub>»; поверхностно-отвальная, «O<sub>3</sub>»; поверхностная, «O<sub>4</sub>»), фактор «система удобрений» (без удобрений, «У<sub>1</sub>»; N<sub>30</sub>, «У<sub>2</sub>»; солома 3 т/га, «У<sub>3</sub>»; солома 3 т/га + N<sub>30</sub>, «У<sub>4</sub>»; солома 3 т/га + NPK, в 2016 году N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>150</sub>, «У<sub>5</sub>»; NPK, в 2016 году N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>150</sub>, «У<sub>6</sub>») и фактор «система защиты растений от сорняков» (без гербицидов, «Г<sub>1</sub>»; с гербицидами, «Г<sub>2</sub>»). В 2017 году выращивалась яровая пшеница сорта Дарья, предшественник – однолетние травы ( вико-овсяная смесь). В качестве удобрения было последствие соломы ячменя (2015 год) на вариантах («У<sub>3</sub>» и «У<sub>5</sub>»), из минеральных удобрений использовались азофоска и хлористый калий. В данной статье приведены результаты по обработкам «отвальная», «поверхностно-отвальная» и «поверхностная» на вариантах удобрений «без удобрений», «солома 3 т/га», «солома + NPK» и «NPK» по фону «без гербицидов» и «с гербицидами» (последствие). Содержание гумуса определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО; токсичность почвы – методом почвенных пластинок; урожайность – сплошным поделяночным методом; для статистической обработки результатов использовался дисперсионный и корреляционно-регрессионный анализы. Погодные условия 2017 года отличались большим количеством осадков в начальные периоды развития яровой пшеницы, а в конце вегетации – осадков было в 3,5 раза меньше среднеемноголетнего показателя. Среднемесячная температура была за вегетационный период на 17% ниже среднеемноголетней. В целом погодные условия были неблагоприятными для развития растений яровой пшеницы.

### Результаты

Содержание гумуса в почве в 2017 году было на довольно высоком уровне для дерново-подзолистых почв (табл. 1). Системы обработки почвы, характеризующиеся ресурсосбережением (поверхностно-отвальная и поверхностная), способствовали накоплению (меньшей минерализации) гумуса в пахотном слое по сравнению с ежегодной отвальной, причём существенное увеличение показателя отмечалось по фону без удобре-

ний как при последствии гербицидов, так и без него. На других вариантах удобрений наблюдались лишь тенденции увеличения содержания гумуса, что в среднем по всем системам удобрений в слое 0–20 см способствовало достоверному росту показателя при поверхностно-отвальной и поверхностной обработках по сравнению с отвальной.

В отношении систем удобрений стоит отметить, что внесение всех их видов способствовало повышению содержания гумуса по сравнению с фоном без удобрений, что в среднем по системам обработки почвы привело к значительному увеличению показателя во всех изучаемых слоях, при этом на отвальной обработке внесение NPK отдельно и совместно с соломой существенно повышало содержание гумуса по сравнению с фоном без удобрений вследствие низких значений в последнем случае (на контроле). Положительное действие удобрений связано как с непосредственным поступлением в почву органического вещества соломы, так опосредованным влиянием удобрений через повышение урожайности возделываемых культур и количества пожнивнокорневых остатков.

Стоит отметить, что распределение гумуса по слоям почвы имело четкую тенденцию: в слое почвы 0–10 см показатель был больше, чем в слое 10–20 см, за исключением вариантов внесения соломы – здесь содержание гумуса было в среднем на 0,13% выше, чем в слое 0–10 см. Это говорит о более благоприятном влиянии соломы при заделке её в слой ниже 10 см, что достигается при вспашке в системах обработки «отвальная» и «поверхностно-отвальная».

Последствие гербицидов было неблагоприятным, что отразилось в снижении содержания гумуса на всех обработках почвы, причём существенно на отвальной и поверхностно-отвальной на фонах применения интенсивных систем удобрений (солома + NPK и NPK), что может быть свидетельством усиления токсичности почвы при совместном применении (последствии) гербицидов и удобрений. В результате это привело к общему существенному снижению показателя в среднем по всем обработкам почвы и удобрениям в слое 0–10 см, тогда как в слое 10–20 см это снижение было несущественным, что говорит о преимуществе обработок почвы, затрагивающих оба слоя (0–10 и 10–20 см).

Приведённые результаты говорят о значительном влиянии применяемых агрохимикатов (удобрений и пестицидов) на содержание гумуса,

Таблица 1 – Содержание гумуса в почве, %

Вариант			Содержание гумуса, %		
			слой почвы, см		
система обработки почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	0–10	10–20	0–20
Отвальная, «О <sub>1</sub> »	без удобрений, «У <sub>1</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	2,46	2,42	2,44
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,34	2,62	2,48
	солома 3 т/га, «У <sub>3</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	2,88	2,80	2,84
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,69	2,74	2,71
	солома + NPK, «У <sub>5</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	3,31**	3,27**	3,29**
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,66***	2,84	2,75***
NPK, «У <sub>6</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	2,82	3,12**	2,97**	
	с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	3,10**	3,12	3,11	
Поверхностно-отвальная, «О <sub>3</sub> »	без удобрений, «У <sub>1</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	2,75	2,90	2,82*
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,87*	2,93	2,90*
	солома 3 т/га, «У <sub>3</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	2,79	2,96	2,87
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,75	2,94	2,84
	солома + NPK, «У <sub>5</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	3,19	3,23	3,21
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,82	2,79	2,80***
NPK, «У <sub>6</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	3,24	2,63	2,94	
	с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,64***	2,96	2,80	
Поверхностная, «О <sub>4</sub> »	без удобрений, «У <sub>1</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	2,90	2,87	2,88*
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,87*	2,63	2,75
	солома 3 т/га, «У <sub>3</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	3,10	3,10	3,10
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,82	3,06	2,94
	солома + NPK, «У <sub>5</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	3,17	2,82	2,99
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	2,77	3,02	2,90
NPK, «У <sub>6</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	3,33	3,00	3,16	
	с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	3,26	2,89	3,07	
НСР <sub>05</sub> по обработкам			0,52	F <sub>φ</sub> < F <sub>05</sub>	0,37
НСР <sub>05</sub> по удобрениям			0,66	0,62	0,48
НСР <sub>05</sub> по гербицидам			0,50	0,56	0,40

которое, в свою очередь, связано с токсическими свойствами почв, что подтверждается корреляционно-регрессионным анализом показателя содержания гумуса и показателями общей токсичности почвы.

Так, содержание гумуса имело существенную прямую корреляционную зависимость с показателем длины проростка тест-культуры (в слое 0–10 см  $r = 0,41$ ;  $p = 0,046$ ; в слое 10–20 см  $r = 0,46$ ;  $p = 0,024$ ; в слое 0–20 см  $r = 0,44$ ;  $p = 0,030$ ).

Сами показатели общей токсичности почвы в 2017 году под действием различных технологий возделывания яровой пшеницы изменялись следующим образом (табл. 2). Сравнивая токсич-

ность почвы с контролем, можно отметить, что полученные данные 2017 года по показателям были выше на почвенных образцах, чем на фильтровальной бумаге. Из этого можно сделать вывод, что повышенные токсические свойства почвы не проявляла.

Максимальная всхожесть на варианте поверхностно-отвальной обработки была обусловлена слоем 0–10 см, где показатель был существенно выше по фону удобрений солома + NPK без применения гербицидов по сравнению с фоном без удобрений. На данной обработке применение NPK по фону без гербицидов в слое 10–20 см способствовало достоверному увеличению всхо-

Таблица 3 – Урожайность зерна яровой пшеницы, ц/га

Вариант			Урожайность, ц/га
система основной обработки почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений от сорняков, «Г»	
Отвальная, «О <sub>1</sub> »	без удобрений, «У <sub>1</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	14,85
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	19,74
	солома 3 т/га, «У <sub>3</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	20,64
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	16,40
	солома + NPK, «У <sub>5</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	22,96
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	23,88
NPK, «У <sub>6</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	26,69	
	с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	25,44	
Поверхностно-отвальная, «О <sub>3</sub> »	без удобрений, «У <sub>1</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	16,62
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	15,88
	солома 3 т/га, «У <sub>3</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	21,14
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	24,30
	солома + NPK, «У <sub>5</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	23,98
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	28,15
	NPK, «У <sub>6</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	26,36
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	29,38
Поверхностная, «О <sub>4</sub> »	без удобрений, «У <sub>1</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	14,75
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	16,07
	солома 3 т/га, «У <sub>3</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	24,50
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	26,01
	солома + NPK, «У <sub>5</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	24,27
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	24,04
	NPK, «У <sub>6</sub> »	без гербицидов, «Г <sub>1</sub> »	25,39
		с гербицидами, «Г <sub>2</sub> »	25,28
НСП <sub>05</sub> по системам обработки почвы			7,68
НСП <sub>05</sub> по системам удобрений			8,07
НСП <sub>05</sub> по системам защиты растений			5,35

жести по сравнению с отвальной обработкой. В среднем всхожесть на поверхностно-отвальной обработке была несколько больше контроля (на 0,9%), а на поверхностной – меньше (на 1,2%), что говорит о незначительном повышении токсичности почвы при отсутствии вспашки в системе обработки почвы. Применение соломы отдельно от минеральных удобрений привело к появлению токсического эффекта, особенно в слое 0–10 см, где всхожесть снизилась на 4%, а применение её совместно с NPK способствовало максимальной всхожести тест-культуры. Последствие гербицидов было несущественным по сравнению с вариантом без гербицидов.

По показателю длины проростка наблюдалась закономерность существенного снижения при последствии гербицидов на всех вариантах обработки почвы и удобрений, что говорит об их ингибирующем эффекте, причём это отмечалось в большей степени в слое 0–10 см. Достоверное увеличение длины проростка наблюдалось при использовании ресурсосберегающих обработок в сравнении с отвальной в основном по фону без гербицидов и в слое 10–20 см на всех вариантах удобрений. В среднем применение ресурсосберегающих обработок существенно повышало длину проростка по сравнению с отвальной, но только в слое 10–20 см. Системы удобрений

в меньшей степени повлияли на длину проростка с максимальными значениями при внесении соломы + NPK на поверхностно-отвальной обработке, при внесении NPK на поверхностной и соломы – на отвальной, все на фоне без гербицидов и в слое 0–10 см.

Что касается показателя длины корней, то последствие гербицидов также было отрицательным, что выразилось в достоверном снижении значений, однако в отличие от длины проростка это отмечалось не на всех вариантах. Исключениями были: на отвальной обработке – фон без удобрений, на поверхностной – применение NPK. Использование поверхностно-отвальной обработки при внесении соломы по фону без гербицидов существенно повысило показатель в сравнении с отвальной, также достоверному увеличению длины корней способствовала поверхностная обработка при внесении соломы с NPK также по фону без гербицидов, эти изменения были характерны для слоя 0–10 см. Применение систем удобрений привело к повышению длины корней, причём существенное увеличение отмечалось на поверхностно-отвальной обработке при внесении соломы отдельно и совместно с NPK на вариантах без гербицидов.

Показатель содержания гумуса (в слое 0–20 см) также был связан прямой существенной связью и с урожайностью зерна яровой пшеницы ( $r = 0,46$ ;  $p = 0,022$ ).

В целом урожайность зерна яровой пшеницы находилась на невысоком уровне, что могло быть связано с неблагоприятными погодными условиями вегетационного периода. Сравнивая систему

отвальной обработки почвы с ресурсосберегающими – поверхностно-отвальной и поверхностной – по показателю урожайности по фону внесения соломы на варианте с последствием гербицидов, можно отметить существенное повышение урожайности яровой пшеницы (табл. 3).

В среднем урожайность на поверхностно-отвальной обработке почвы превышала отвальную на 9,6%, однако это увеличение было несущественным. Применение интенсивных систем удобрений – NPK отдельно и совместно с соломой способствовало достоверной прибавке урожайности по сравнению с фоном без удобрений на всех системах обработки почвы, а на ресурсосберегающих этому способствовало ещё и применение соломы отдельно. По системам защиты растений от сорняков в вариантах без гербицидов и их последствия не было существенной прибавки урожайности яровой пшеницы в сравнении с контрольным вариантом.

### **Выводы**

В 2017 году была установлена существенная прямая корреляционная связь содержания гумуса в дерново-подзолистой глееватой почвы с показателями развития тест-объекта (или обратная связь с токсичностью почвы) и урожайностью зерна яровой пшеницы. Поэтому повышение содержания гумуса с помощью ресурсосберегающей комбинированной поверхностно-отвальной обработки почвы на фоне внесения NPK как отдельно, так и совместно с соломой без применения гербицидов, будет способствовать снижению общей токсичности почвы и увеличению урожайности пшеницы.

### **Литература**

1. Хасанова, Р.Ф. Оптимизация гумусного состояния почв степных агроэкосистем [Текст] / Р.Ф. Хасанова, Я.Т. Суюндуков, Э.Ф. Сальманова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 10 (185). – С. 195–198.
2. Борисова, Е.Е. Влияние предшественника на показатели плодородия светло-серых лесных почв [Текст] / Е.Е. Борисова // Вестник НГИЭИ. – 2013. – № 4 (23). – С. 3–16.
3. Зорина, С.Ю. Состояние гумуса агросерых почв лесостепи Прибайкалья в условиях техногенного загрязнения [Текст] / С.Ю. Зорина, Л.Г. Соколова, Т.В. Засухина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – № 5. – С. 81–84.
4. Белюченко, И.С. Сложный компост и детоксикация агроландшафтных систем [Текст] / И.С. Белюченко // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 97. – С. 86–96.
5. Чебыкина, Е.В. Направленность биохимических процессов при применении ресурсосберегающих агроприёмов [Текст] / Е.В. Чебыкина, П.А. Котьяк, А.М. Труфанов, Н.Б. Громов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 2 (30). – С. 29–34.
6. Богомазов, С.В. Фитотоксичность чернозёма выщелоченного при различных системах основной обработки почвы [Текст] / С.В. Богомазов, С.М. Надежкин // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 9. – С. 14–17.

**References**

1. Khasanova, R.F. Optimizacija gumusnogo sostojanija pochv stepnyh agrojekosistem [Tekst] / R.F. Khasanova, Ya.T. Suyundukov, Eh.F. Sal'manova // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2015. – № 10 (185). – S. 195–198.
2. Borisova, E.E. Vlijanie predshestvennika na pokazateli plodorodija svetlo-seryh lesnyh pochv [Tekst] / E.E. Borisova // Vestnik NGIJeI. – 2013. – № 4 (23). – S. 3–16.
3. Zorina, S.Yu. Sostojanie gumusa agroseryh pochv lesostepi Pribajkal'ja v uslovijah tehnogenogo zagrjaznenija [Tekst] / S.Yu. Zorina, L.G. Sokolova, T.V. Zasukhina // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2014. – № 5. – S. 81–84.
4. Belyuchenko, I.S. Slozhnyj kompost i detoksikacija agrolandshaftnyh sistem [Tekst] / I.S. Belyuchenko // Nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2014. – № 97. – S. 86–96.
5. Chebykina, E.V. Napravlenost' biohimicheskikh processov pri primenenii resursosberegajushhih agroprijomov [Tekst] / E.V. Chebykina, P.A. Kotyak, A.M. Trufanov, N.B. Gromov // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2015. – № 2 (30). – S. 29–34.
6. Bogomazov, S.V. Fitotoksichnost' chernozjoma vyshhelochennogo pri razlichnyh sistemah osnovnoj obrabotki pochvy [Tekst] / S.V. Bogomazov, S.M. Nadezhkin // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2008. – № 9. – S. 14–17.

# ОБЪЯВЛЕНИЕ

**В ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2018 году издан  
виртуальный лабораторный практикум**

## **«ЭЛЕКТРОПРИВОД»**

**авторы В.В. ШМИГЕЛЬ, А.С. УГЛОВСКИЙ,**

**рекомендованный Научно-методическим советом по технологиям,  
средствам механизации и энергетическому оборудованию в сельском  
хозяйстве Федерального УМО по сельскому, лесному и рыбному хозяйству  
для использования в учебном процессе при подготовке бакалавров  
по направлению «Агроинженерия»**

В практикуме рассмотрены общие вопросы электропривода, представлены виртуальные лабораторные работы по дисциплине «Электропривод», разработанные в соответствии с программой курса для студентов бакалавриата по направлению «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии в АПК». Лабораторный практикум знакомит с методикой работы в программе Matlab/Simulink. Излагаемый материал сопровождается примерами моделирования в Simulink с использованием пакета SimPowerSystems, существенно облегчающими освоение теории электропривод.

Учебное пособие предназначено для студентов аграрных высших учебных заведений.

**УДК 31.261; ББК 621.313; ISBN 978-5-98914-187-6; 204 СТР.**

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:  
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА  
e-mail: e.bogoslovskaya@yarcx.ru**