УДК: 631.459.2

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭРОДИРОВАННОСТИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

С.И. Санжарова, к.б.н., Ю.П. Сухановский, д.с.-х.н., А.В. Прущик, ВНИИЗиЗПЭ

Проведён статистический анализ фактических данных по влиянию степени эродированности почвы на снижение урожайности основных сельскохозяйственных культур. Установлена зависимость снижения урожайности от уменьшения запасов гумуса в слое почвы 0-50 см.

Ключевые слова: эродированность почвы, урожайность сельхозкультур, статистический анализ, запасы гумуса.

Влияние эродированности почвы на урожайность сельскохозяйственных культур необходимо учитывать как при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия, так и при разработке прогнозов развития эрозионных процессов и их последствий. В литературных источниках приводятся данные по снижению урожайности сельскохозяйственных культур на эродированных почвах [3, 4, 6-9]. В качестве количественной оценки влияния степени эродированности почвы на урожайность используется относительное снижение урожайности, выраженное в процентах. А полученные значения приводятся без указания статистической погрешности, с которой они получены, что может привести к ложным выводам о влиянии различных факторов на снижение урожайности. На статистическую погрешность влияют разные факторы, например, неопределённость в идентификации степени эродированности почвы, разные погодные условия, разные агротехнологии и другие.

Степень эродированности почв чаще всего устанавливается по классификации С.С. Соболева [5, 10], из которой для характеристики эродированности почвы берется только один показатель – наличие или отсутствие той или иной части почвенного профиля. Однако практическое использование этого показателя для разделения почв по степени эродированности вызывает затруднения как по причине сложности определения мощности оставшейся части генетических горизонтов, так и фактора субъективизма. В этой классификации отсутствует показатель, который изменялся бы непрерывно и мог быть измерен достаточно объективно. Это и приводит к увеличению статистической погрешности. Более определённой является классификация М.Н. Заславского [1], в которой категории эродированности черноземных и серых лесных почв предложено устанавливать по изменению запасов гумуса в слое 0-50 см [2]. Но использование этой классификации также приводит к статистической погрешности. Например, для среднеэродированных почв снижение запасов гумуса принято в интервале 20-50%. Для данной категории запасы гумуса могут изменяться в 2 раза, и это не учитывается при оценке снижения урожайности. Таким образом, только неопределённость в идентификации категории эродированности почвы не позволяет с высокой точностью оценить влияние степени эродированности почвы на урожайность.

Цель данной работы - статистический анализ фактических данных по влиянию степени эродированности почвы на снижение урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Методика. По многочисленным литературным источникам были собраны данные по урожайности сельскохозяйственных культур для лесостепной и степной зон России, Украины и Молдавии (объём выборки 427). Эти данные носят разрозненный по времени характер, и, как правило, отсутствует детальная информация об их получении.

Учитывая изложенное выше, а также то, что точность оценки зависит от объёма используемой выборки, все культуры были разделены на три группы: зерновые, пропашные и многолетние травы. По фактическим данным рассчитывали относительное снижение урожайности (%) по формуле: $Eу = 100\% \frac{Уо - Уэр}{Уо}$, где $У_0$ и $У_{эр}$, – соответственно, урожайность для неэродированных и эродированных почв.

Результаты. Для различных сочетаний факторов (тип почвы и вид культуры) в таблице 1 представлены полученные средние значения и стандартные отклонения для величины $E_У$. В пределах статистической погрешности пропашные и зерновые культуры, возделываемые на черноземных и серых лесных почвах, одинаково реагируют на эродированность почвы. Для многолетних трав снижение урожайности заметно меньше по сравнению с зерновыми и пропашными культурами.

1. Снижение урожайности $E_У$ (%) для рассмотренных сочетаний факторов

Почва	Культура	Эродированность почвы (по Соболеву)			Кол-во данных
		слабая	средняя	сильная	
Серые лесные	Пропашные	22±9	42±7	68±11	16
	Зерновые	18±4	35±5	55±9	27
Чернозём	Пропашные	21±9	44±9	58±17	36
	Зерновые	18±12	34±17	50±16	333
	Многолетние травы	3,5±2,4	17±8	38±15	15
Чернозём + серые лесные	Пропашные + зерновые	18±12	35±16	52±16	412

Для зерновых и пропашных культур граничные значения снижения урожайности для смежных категорий эродированности определялись из условия равенства вероятностей попадания данных в соседние категории эродированности. Например, граница между слабоэродированными и среднеэродированными почвами оценивалась следующим образом: определяли значение снижения урожайности, при котором с одинаковой вероятностью фактические данные для слабоэродированных почв попадали в среднеэродированные и данные для среднеэродированных почв попадали в слабоэродированные. При таком определении границ происходит компенсация попадания данных в смежные категории эродированности. Для многолетних трав, в силу немногочисленности данных, граничные значения определялись пропорционально стандартным отклонениям для соседних категорий. Полученные таким образом граничные значения снижения урожайности (интервалы) для категорий эродированности по С.С. Соболеву приводятся в таблице 2.

2. Снижение урожайности $E_У$ на эродированных почвах, %

	Эродированность почвы					
	по Соболеву			по Заславскому (потери гумуса, %)		
	слабая	средняя	сильная	слабая (10-20)	средняя (20-50)	сильная (50-70)
Пропашные и зерновые культуры						
Среднее значение	18	35	52	10	26	45
Интервал	10-24	24-42	42-63	7–14	14-37	37-53
Многолетние травы						
Среднее значение	3,5	17	38	0,9	7,5	28
Интервал	2-7	7-24	24-45	0,3–2	2-18	18-41

Примечание: данные, относящиеся к классификации Заславского, получены по приводимым ниже регрессионным уравнениям

По классификации М.Н. Заславского степень эродированности почвы определяется относительным уменьшением запаса гумуса (%): $Eг = 100\% \frac{Го - Гэр}{Го}$, где $Г_0$ и $Г_{эр}$, – соответственно, запас гумуса в слое 0-50 см для неэродированных и эродированных почв. Поскольку уменьшение запаса гумуса можно объективно определить, то было установлено соответствие между категориями эродированности почвы по С.С. Соболеву и уменьшением запаса гумуса в 0-50 см слое почвы. Для этого были использованы данные почвенных очерков для отдельных административных районов Курской области, полученные Курским филиалом ЦЧО Гипрозем для чернозёмов и серых лесных почв. Для этих данных был проведён аналогичный статистический анализ, результаты которого представлены в таблице 3.

3.Уменьшение запасов гумуса $E_Г$ (%) в слое 0-50 см для разных категорий эродированности почвы по С.С. Соболеву

	Категория эродированности			Количество
	слабая	средняя	сильная	данных
Уменьшение запасов гумуса, %	26±14	51±11	66±12	267
Интервал ,%	10-40	40-60	60–80	

Примечание: для слабой степени эродированности верхнее значение 10% принято в соответствии с классификацией М.Н. Заславского.

Теперь можно оценить зависимость снижения урожайности от уменьшения запасов гумуса в 0-50 см слое почвы. Для этого для каждой категории эродированности по С.С. Соболеву уменьшению запасов гумуса в таблице 3 поставим в соответствие снижение урожайности в таблице 1. Эти данные представлены на рисунке 1.

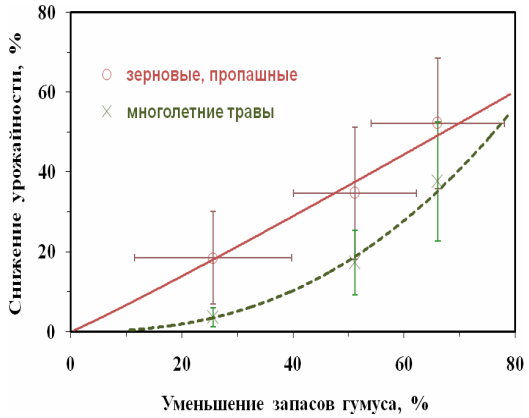

Рис. Зависимость снижения урожайности от уменьшения запасов гумуса в эродированных почвах (вертикальные и горизонтальные отрезки представляют стандартные отклонения, сплошная и пунктирная линии – уравнения регрессии)

В пределах статистической погрешности данные на рисунке описываются уравнениями регрессии:

для зерновых и пропашных культур: $E_у = 0{,}5_9 E_г^{1{,}0_6}$

для многолетних трав: $E_у = 1{,}2 \times 10^{-3} E_г^{2{,}4_6}$

В уравнениях значения $E_У$ и $E_Г$ выражены в процентах.

Из рисунка следует, что при уменьшении запасов гумуса до 50%, соответствующих средней категории эродированности почвы по С.С. Соболеву (табл. 3), снижение урожайности многолетних трав меньше, чем для зерновых и пропашных культур. При уменьшении запасов гумуса больше 50% различие в урожайности находится уже в пределах статистической погрешности.

По уравнениям были проведены расчёты снижения урожайности для каждой категории эродированности почвы по классификации М.Н. Заславского (табл. 2). Из данных таблицы следует, что для одной и той же категории эродированности для разных классификаций снижение урожайности разное.

Выводы. 1. Фактические данные не позволяют с высокой точностью оценить влияние эродированности почвы на снижение урожайности сельскохозяйственных культур. 2. Оценка снижения урожайности зависит от используемой классификации эродированных почв. 3. Снижение урожайности для эродированных почв можно приближённо оценить по уменьшению запасов гумуса в слое почвы 0-50 см. Это ещё раз подтверждает роль гумуса, как основного компонента плодородия почв.

Литература

1. Заславский М.Н. Некоторые вопросы эрозионной терминологии и классификации эрозионных процессов //Вопросы методики почвенно-эрозионного картирования. М. 1972.С. 421-431. 2. Зенина Н.Н. Влияние эрозионно-аккумулятивных процессов на степень трансформации обыкновенных черноземов Оренбургского Предуралья//Почвы – национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Кн.2. Новосибирск: Наука-Центр, 2004. С. 618. 3. Иванов В.Д., Герасименко В.П. Опыт по регулированию водного режима и борьбе с эрозией почв на пашне. Воронеж: ВГАУ, 1994. 48 с. 4. Иванов В.Д., Парахневич М.И. Плодородие эродированных черноземов и серых лесных почв //Свойства почв Центрально-Черноземной зоны и удобрения. Воронеж. 1983. С. 19-23. 5. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос. 1977. 224 с. 6. Лидов В.П. Процессы водной эрозии в зоне дерново-подзолистых почв. М. 1981. 168 с. 7. Лопырев М.И., Рябов Е.И. Защита земель от эрозии и охрана природы. М. 1989. 240 с. 8. Лысак Г.Н. Принципы подбора культур и построение севооборотов в подверженных эрозии районах// Эрозия почв и почвозащитное земледелие. М. 1975. С. 149-151. 9. Поздняков Ю.Н. Урожай культур и качество продукции на эродированных черноземах и намытых почвах //Агрохимия. 1976. № 3. С. 56-61. 10. Соболев С.С. Защита почв от эрозии. М. 1961. 232 с.

Statistical Analysis of the Effect of Soil Erosion on the Yield of Agricultural Crops

S.I. Sanzharova, Yu.P. Sukhanovskii, A.V. Prushchik
All-Russian Research Institute of Agriculture and Soil Erosion Control, ul. K. Marksa 70b, Kursk, 305021 Russia,
e-mail: soil-er@kursknet.ru

Summary. *Statistical analysis of factual data for the effect of soil erosion on the yield of the main agricultural crops was performed. A relationship was determined between the decrease in crop yield and the decrease in humus reserve in the 0- to 50-cm soil layer.*
Key words: *soil erosion, crop yield, statistical analysis, humus reserve.*