



Николай ЦЫБУЛЬКО

заместитель директора по научной работе Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

УДК 631.559:631.459

Производительная способность почв, в разной степени подверженных эрозионной деградации

Введение

В Беларуси установлено более 20-ти видов и форм деградации почвенно-земельных ресурсов. Основными из них являются водная и ветровая эрозия почв. Смыв гумуса и элементов минерального питания, ухудшение водно-физических и биологических свойств эродированных почв приводят к деградации их плодородия и снижению производительной способности. Отмечается, что потеря 1 см гумусового горизонта уменьшает потенциальную урожайность зерновых культур на 0,5–2,0 ц/га [1]. По литературным данным, снижение урожайности сельскохозяйственных культур на эродированных почвах по отношению к неэродированным следующее: на слабоэродированных почвах – на 10–30%, на среднеэродированных – на 30–60%, на сильноэродированных почвах – на 60–80%. Продуктивность в наибольшей мере снижают пропашные культуры, а в меньшей – многолетние травы [2].

Принято считать, что в условиях Беларуси средние недоборы урожаев зерновых культур на слабоэродированных почвах составляют 12%, среднеэродированных – 28%, сильноэродированных – 40%; пропашных культур – соответственно 20%, 40%, 60%; льна – 15%, 34%, 50%; многолетних трав – 5%, 18%, 30% [3]. При кадастровой оценке сельскохозяйственных земель понижающие поправочные коэффициенты на эродированность к баллу почв составляют в среднем для слабосмытых почв 0,884, среднесмытых – 0,736 и сильносмытых почв – 0,609 [4].

Цель настоящей работы – обобщение многолетних данных продуктивности различных сельскохозяйственных культур, полученных в длительных стационарных опытах на дерново-подзолистых почвах, в разной степени подверженных эрозионной деградации.

Основная часть

Экспериментальной основой работы явились многолетние исследования, проведенные в двух стационарных опытах в северной и центральной почвенно-экологических провинциях Беларуси. В северной провинции исследования выполняли в полевом опыте, заложенном по почвенно-геоморфологическому профилю от водораздельной равнины до нижней части склона. Склон северо-

восточной экспозиции, выпуклый крутизной – 5–7°. Почвы стационара – в разной степени смытые дерново-подзолистые легкосуглинистые, сформированные на мощных моренных суглинках. В центральной почвенно-экологической провинции исследования проводились на стационарных стоковых площадках, развернутых на склоне южной экспозиции, крутизной 5–7° и склоне северной экспозиции крутизной 3–5°. Почвы стационара – в разной степени смытые дерново-подзолистые легкосуглинистые, сформированные на лессовидных суглинках.

Зерновые культуры (озимая рожь, озимая пшеница, яровая пшеница, ячмень, овес)

По среднемноголетним данным, зерновые культуры в производственных посевах снижают урожайность на слабоэродированных почвах на 12%, среднеэродированных – на 28, на сильноэродированных почвах – на 40%.

Результаты исследований на дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках показали, что с увеличением степени их смытости урожайность озимой ржи снижается в среднем на 1,5–2,0 ц/га (4–5%) на среднеэродированной почве и на 3,0–6,0 ц/га (8–14%) – на сильноэродированной. В отдельные, влажные по метеорологическим условиям годы, более высокая продуктивность этой культуры отмечалась на почвах, расположенных на склоне [5]. На дерново-подзолистых почвах на моренных суглинках закономерность снижения урожайности озимой ржи была такой же, как и на почвах, сформированных на лессовидных суглинках.

На продуктивность озимой ржи оказывает влияние и экспозиция склона. На северном склоне, на который поступает значительно меньше ФАР, урожайность ниже по сравнению с южным склоном в среднем на 5,0–8,0 ц/га. Урожайность на намытых почвах на склоне южной экспозиции на 1,8 ц/га зерна выше по сравнению с неэродированной почвой, а на склоне северной экспозиции – на 1,4 ц/га ниже.

Озимая пшеница как культура, требовательная к почвенным условиям, более существенно по сравнению с озимой рожью снижала продуктивность на почвах, подверженных эрозии. На дерново-подзолистых почвах на моренных суглинках снижение урожайности составило в среднем на слабоэродированных почвах 4,3 ц/га (15%), на среднеэродированных – 7,9 ц/га (27%), на дерново-палево-подзолистой намытой почве – 9,3 ц/га (28%, см. табл. 1).

Таблица 1. Влияние степени смытости почв на урожайность озимых зерновых культур (среднемноголетние данные)

| Почвы | Культуры | Степень смытости | Урожайность зерна, ц/га | Снижение (–) или прибавка (+) зерна к несмытой почве | |
|--|--------------------|------------------|-------------------------|--|-----|
| | | | | ц/га | % |
| Дерново-подзолистая на лессовидных суглинках, склон южной экспозиции крутизной 5–7° | Озимая рожь | Несмытая | 45,8 | – | 100 |
| | | Среднесмытая | 43,9 | –1,9 | 96 |
| | | Сильносмытая | 39,7 | –6,1 | 86 |
| | | Намытая | 47,6 | +1,8 | 104 |
| | НСР _{0,5} | | 1,4 | | |
| | Озимая пшеница | Несмытая | 33,4 | – | 100 |
| | | Среднесмытая | 31,7 | –1,7 | 95 |
| | | Сильносмытая | 30,6 | –2,8 | 91 |
| | | Намытая | 24,1 | –9,3 | 72 |
| | НСР _{0,5} | | 1,2 | | |
| Дерново-подзолистая на лессовидных суглинках, склон северной экспозиции крутизной 3–5° | Озимая рожь | Несмытая | 41,1 | – | 100 |
| | | Слабосмытая | 39,2 | –1,9 | 95 |
| | | Среднесмытая | 38,0 | –3,1 | 92 |
| | | Намытая | 39,7 | –1,4 | 96 |
| | НСР _{0,5} | | 1,3 | | |

Окончание табл. 1

| Почвы | Культуры | Степень смывости | Урожайность зерна, ц/га | Снижение (-) или прибавка (+) зерна к несмытой почве | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------------|--|-----|
| | | | | ц/га | % |
| Дерново-подзолистая на моренных суглинках, склон северо-восточной экспозиции крутизной 5–7° | Озимая рожь | Несмытая | 43,3 | – | 100 |
| | | Слабосмытая | 42,0 | –1,3 | 96 |
| | | Среднесмытая | 40,6 | –2,7 | 93 |
| | | Намытая | 41,3 | –2,0 | 95 |
| | НСР _{0,5} | | 1,3 | | |
| | Озимая пшеница | Несмытая | 29,6 | – | 100 |
| | | Слабосмытая | 25,3 | –4,3 | 85 |
| | | Среднесмытая | 21,7 | –7,9 | 73 |
| | | НСР _{0,5} | | 1,8 | |

Яровые зерновые культуры в большей степени реагировали на эродированность почвы по сравнению с озимыми зерновыми (см. табл. 2).

Урожайность зерна яровой пшеницы уменьшалась на среднеэродированных почвах на 1,5–3,2 ц/га (6–8%), на сильноэродированных – на 5,0–6,8 ц/га (17–20%). Снижение продуктивности этой культуры наблюдалось и на намытых почвах. Так, на дерново-подзолистой глееватой намытой почве на моренных суглинках недобор зерна составил в среднем 9,0 ц/га, или 23% по сравнению с полнопрофильной несмытой почвой.

Таблица 2. Влияние степени смывости почв на урожайность яровых зерновых культур и ярового рапса (среднепогодные данные)

| Почвы | Культуры | Степень смывости | Урожайность, ц/га | Снижение (-) или прибавка (+) продукции к несмытой почве | |
|---|--|------------------|-------------------|--|-----|
| | | | | ц/га | % |
| Дерново-подзолистая на лессовидных суглинках, склон южной экспозиции крутизной 5–7° | Яровая пшеница | Несмытая | 26,1 | – | 100 |
| | | Среднесмытая | 24,6 | –1,5 | 94 |
| | | Сильносмытая | 21,1 | –5,0 | 80 |
| | | Намытая | 24,5 | –1,6 | 94 |
| | НСР _{0,5} | | 1,2 | | |
| | Ячмень | Несмытая | 45,8 | – | 100 |
| | | Среднесмытая | 42,6 | –3,2 | 93 |
| | | Сильносмытая | 40,8 | –5,0 | 89 |
| | | Намытая | 48,5 | +2,7 | 106 |
| | НСР _{0,5} | | 1,8 | | |
| | Овес | Несмытая | 38,8 | – | 100 |
| | | Среднесмытая | 34,2 | –4,6 | 88 |
| | | Сильносмытая | 32,5 | –6,3 | 83 |
| | | Намытая | 42,7 | +3,9 | 110 |
| | НСР _{0,5} | | | | |
| | Дерново-подзолистая на лессовидных суглинках, склон северной экспозиции крутизной 3–5° | Ячмень | Несмытая | 48,8 | – |
| Слабосмытая | | | 41,1 | –7,7 | 84 |
| Среднесмытая | | | 40,4 | –8,4 | 82 |
| Намытая | | | 40,5 | –8,3 | 83 |
| НСР _{0,5} | | 1,9 | | | |

| Почвы | Культуры | Степень смывости | Урожайность, ц/га | Снижение (–) или прибавка (+) продукции к несмытой почве | |
|---|--------------------|------------------|-------------------|--|-----|
| | | | | ц/га | % |
| Дерново-подзолистая на моренных суглинках, склон северо-восточной экспозиции крутизной 5–7° | Яровая пшеница | Несмытая | 40,0 | – | 100 |
| | | Слабосмытая | 36,8 | –3,2 | 92 |
| | | Среднесмытая | 33,2 | –6,8 | 83 |
| | | Намытая | 31,0 | –9,0 | 77 |
| | НСР _{0,5} | | 1,6 | | |
| | Овес | Несмытая | 30,0 | – | 100 |
| | | Слабосмытая | 27,5 | –2,5 | 91 |
| | | Среднесмытая | 25,5 | –4,5 | 85 |
| | | Сильносмытая | 22,4 | –7,6 | 74 |
| | | Намытая | 19,8 | –10,2 | 66 |
| НСР _{0,5} | | 1,5 | | | |
| Дерново-подзолистая на лессовидных суглинках, склон южной экспозиции крутизной 5–7° | Яровой рапс | Несмытая | 34,0 | – | 100 |
| | | Среднесмытая | 27,6 | –6,4 | 81 |
| | | Сильносмытая | 23,8 | –10,2 | 70 |
| | | Намытая | 29,8 | –4,2 | 88 |
| | НСР _{0,5} | | 2,17 | | |

Продуктивность ячменя и овса на средне- и сильноэродированной почвах была ниже, чем на неэродированных на 2,5–7,7 ц/га и 5,0–8,4 ц/га, или на 9–16% и 17–26% соответственно. Как видно из приведенных данных, овес более существенно по сравнению с ячменем снижал урожайность, что обусловлено в основном дефицитом влаги на почвах склонов.

Следует отметить, что влияние смывости почвы на продуктивность яровых зерновых культур зависело от экспозиции склона, на котором они возделывались. У ячменя урожайность более существенно снижалась на северном склоне по сравнению с южным.

Экспозиция склона повлияла на урожайность и на намытых почвах. На дерново-подзолистых почвах с намытым верхом на склоне южной экспозиции сформирован урожай зерна ячменя на 2,7 ц/га выше, чем на несмытой почве, тогда как на северном склоне – на 8,3 ц/га ниже. На глееватой намытой дерново-подзолистой почве на моренных суглинках, расположенной на склоне северо-восточной экспозиции, урожайность яровой пшеницы и овса снизилась соответственно на 9,0 и 10,2 ц/га (23% и 44%) по сравнению с несмытой почвой.

Яровой рапс в большей степени реагировал на эродированность почвы по сравнению с яровыми зерновыми культурами. При продуктивности в среднем за 3 года исследований на несмытой почве 34,0 ц/га семян на среднеэродированных почвах она снизилась на 6,4 ц/га (18%), на сильноэродированных – на 10,2 ц/га (30%). Снижение урожайности рапса в среднем на 12% происходило и на глееватой намытой почве.

Пропашные культуры (картофель)

По данным производственных опытов, пропашные культуры в наибольшей степени реагируют на эродированность почвы. Средние недоборы их урожаев составляют на слабоэродированных почвах 20%, среднеэродированных – 40, на сильноэродированных почвах – 60%.

Трехлетние данные исследований на картофеле, проведенных в стационарных полевых опытах на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на лессовидных суглинках, показывают, что с увеличением эродированности почвы урожайность этой культуры существенно снижается. Однако уменьшение ее в условиях опыта наблюдалось не в такой сильной степени, как в производ-

ственных посевах. Продуктивность на несмытых почвах в среднем за 3 года составила 293 ц/га клубней на склоне южной экспозиции и 245,8 ц/га – на склоне северной экспозиции. На слабосмытой почве она снижалась на 12,9 ц/га (5%), на среднесмытых почвах – на 14,2–15,4 ц/га (от 5% до 7%), на сильносмытой почве – на 23,0 ц/га (8%, см. табл. 3).

Урожайность на намывных почвах на склоне южной экспозиции была на 14,5 ц/га клубней выше по сравнению с неэродированной почвой, а на склоне северной экспозиции – на 18,6 ц/га ниже. В целом как на неэродированных, так и на эродированных почвах на южном склоне картофель формировал урожайность на 14,6–16,5 ц/га клубней, или на 15–26% выше, чем на северном склоне.

Таблица 3. Влияние степени смытости дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы на лессовидных суглинках на урожайность картофеля (3-летние данные)

| Степень смытости | Урожайность клубней, ц/га | Снижение (-) или прибавка (+) урожая клубней к несмытой почве | | Снижение урожайности на северном склоне по сравнению с южным | |
|--|---------------------------|---|-----|--|----|
| | | ц/га | % | ц/га | % |
| Склон южной экспозиции крутизной 5–7° | | | | | |
| Несмытая | 293,0 | – | – | – | – |
| Среднесмытая | 278,8 | –14,2 | 95 | – | – |
| Сильносмытая | 270,0 | –23,0 | 92 | – | – |
| Намытая | 307,5 | +14,5 | 105 | – | – |
| НСР ₀₅ | 5,4 | | | | |
| Склон северной экспозиции крутизной 3–5° | | | | | |
| Несмытая | 245,8 | – | – | 47,2 | 84 |
| Слабосмытая | 232,9 | –12,9 | 95 | 45,9 | – |
| Среднесмытая | 230,4 | –15,4 | 93 | 39,6 | 83 |
| Намытая | 227,2 | –18,6 | 92 | 80,3 | 74 |
| НСР ₀₅ | 3,8 | | | | |

Однолетние и многолетние травы

Принято считать, что из сельскохозяйственных культур многолетние травы в наименьшей степени реагируют на эродированность почв. По литературным данным, урожайность их составляет на слабоэродированных почвах 90–95%, на среднеэродированных – 85–90%, на сильноэродированных – 60–75% от урожайности на несмытых почвах [6].

Результаты исследований показывают, что из многолетних трав наибольшую продуктивность обеспечивает галега восточная – в среднем 594,4–701,0 ц/га зеленой массы, клевер 1–2-летнего использования – 395,0–450,2 ц/га, наименьшую – бобово-злаковые травы 1–4-летнего использования – в среднем 314,2–350,4 ц/га зеленой массы. Продуктивность трав уменьшалась по отношению к полнопрофильным несмытым почвам на среднесмытых на 4–9%, на сильносмытых – на 9–15%, что хорошо согласуется с литературными данными (см. табл. 4).

Эродированность почв оказывает более существенное влияние на урожайность однолетних бобово-злаковых трав по сравнению с многолетними травами. При урожайности зеленой массы на несмытой почве в среднем 343,1 ц/га на среднесмытой почве она уменьшилась на 37,9 ц/га, или на 11%, на сильносмытой почве – на 105,7 ц/га зеленой массы, или на 31%.

На основании результатов анализа и обобщения многолетних данных продуктивности сельскохозяйственных культур, полученных в длительных стационарных опытах на дерново-подзолистых почвах, подверженных водной эрозии, определены средневзвешенные коэффициенты снижения производительной способности почв разной степени эрозионной деградации (см. табл. 5).

Таблица 4. Влияние эродированности почвы на продуктивность однолетних и многолетних трав на дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках (средне многолетние данные)

| Культуры | Степень смытости | Урожайность зеленой массы, ц/га | Снижение (-) или прибавка (+) урожая к несмытой почве | |
|--|--------------------|---------------------------------|---|-----|
| | | | ц/га | % |
| Склон южной экспозиции крутизной 5–7° | | | | |
| Однолетние бобово-злаковые травы | Несмытая | 343,1 | – | 100 |
| | Среднесмытая | 305,2 | –37,9 | 89 |
| | Сильносмытая | 237,4 | –105,7 | 69 |
| | Намытая | 360,0 | +16,9 | 105 |
| | НСР _{0,5} | 17,6 | | |
| Многолетние бобово-злаковые травы | Несмытая | 350,4 | – | 100 |
| | Среднесмытая | 327,0 | –23,4 | 93 |
| | Сильносмытая | 314,2 | –36,2 | 89 |
| | Намытая | 316,4 | –34,0 | 90 |
| | НСР _{0,5} | 19,7 | | |
| Клевер 1–2 лет пользования | Несмытая | 431,7 | – | 100 |
| | Среднесмытая | 413,3 | –18,4 | 96 |
| | Сильносмытая | 395,0 | –36,7 | 91 |
| | Намытая | 459,2 | +27,5 | 106 |
| | НСР _{0,5} | 16,3 | | |
| Склон северной экспозиции крутизной 3–5° | | | | |
| Галега восточная | Несмытая | 701,0 | – | 100 |
| | Слабосмытая | 638,0 | –63,0 | 91 |
| | Среднесмытая | 594,4 | –106,6 | 85 |
| | НСР _{0,5} | 28,1 | | |

Таблица 5. Коэффициенты снижения производительной способности дерново-подзолистых почв разной степени эрозионной деградации

| Степень смытости | Средневзвешенный коэффициент | Коэффициенты применительно к культурам | | | | | |
|------------------|------------------------------|--|-----------------|-------------|-----------|------------------|-------------------|
| | | озимые зерновые | яровые зерновые | яровой рапс | пропашные | однолетние травы | многолетние травы |
| Несмытая | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Слабосмытая | 0,95 | 0,98 | 0,91 | 0,85 | 0,94 | 0,94 | 0,97 |
| Среднесмытая | 0,90 | 0,94 | 0,87 | 0,81 | 0,90 | 0,88 | 0,94 |
| Сильносмытая | 0,80 | 0,85 | 0,76 | 0,70 | 0,85 | 0,69 | 0,90 |
| Намытая | 0,94 | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,98 | 1,00 | 0,98 |

В условиях полевых экспериментов при соблюдении агротехнологий, включая систему удобрения, коэффициенты снижения продуктивности всех культур на пашне составляют на слабосмытых почвах 0,95, на среднесмытых – 0,90 и на сильносмытых почвах – 0,80, тогда как поправочные коэффициенты, установленные по результатам продуктивности, в производственных посевах значительно ниже – соответственно 0,884, 0,736 и 0,609.

Заключение

С увеличением эродированности почв продуктивность всех сельскохозяйственных культур закономерно снижается. В условиях опытов средние недоборы урожаев картофеля колеблются в зависимости от эродированности почвы в пределах 5–8%, озимой ржи – 5–10%, озимой пшеницы – 10–18%, ячменя – 11–15%, яровой пшеницы – 7–19%, овса – 11–16%, ярового рапса – 19–30%, однолетних трав – 11–30%, многолетних трав – 7–12%.

Соблюдение технологических регламентов возделывания сельскохозяйственных культур позволяет существенно снизить негативное влияние эрозионной деградации почв на их производительную способность. В условиях контролируемых полевых опытов коэффициенты снижения продуктивности всех культур на пашне составляют в среднем на слабосмытых почвах 0,95, на среднесмытых – 0,90 и на сильносмытых почвах – 0,80, тогда как поправочные коэффициенты, установленные по результатам продуктивности, в производственных посевах значительно ниже – соответственно 0,884, 0,736 и 0,609.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковда, В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1981. – 250 с.
2. Ванин, Д. Е. Научные основы природоохранных ресурсосберегающих интенсивных систем земледелия / Д. Е. Ванин // Земледелие. – 1986. – № 11. – С. 26–30.
3. Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси. Рекомендации / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси; под ред. А. Ф. Черныша. – Минск, 2005. – 52 с.
4. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика / Г. М. Мороз [и др.]; под ред. Г. М. Мороза и В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 208 с.
5. Жукова, И. И. Влияние эродированности почвы и экспозиции склона на продуктивность зерновых культур / И. И. Жукова, В. В. Жилко, Н. Н. Цыбулько // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений / Проблемы воспроизводства почвенного плодородия: материалы междунар. научно-практ. конф. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2003. – Ч. 1. – С. 72–74.
6. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 367 с.

РЕЗЮМЕ

В статье приводятся многолетние данные влияния степени эрозионной деградации дерново-подзолистых почв на урожайность сельскохозяйственных культур. С увеличением эродированности почв продуктивность всех культур закономерно снижается. Соблюдение технологических регламентов возделывания сельскохозяйственных культур позволяет существенно снизить негативное влияние эрозионной деградации почв на их производительную способность. В условиях контролируемых полевых опытов коэффициенты снижения продуктивности всех культур на пашне составляют в среднем на слабосмытых почвах 0,95, на среднесмытых – 0,90 и на сильносмытых почвах – 0,80.

SUMMARY

The article presents long-term data on the effect of the degree of erosion degradation of sod-podzolic soils on crop yields. With increasing soil erosion, the productivity of all crops naturally decreases. Compliance with technological regulations for the cultivation of crops can significantly reduce the negative impact of erosion degradation of soils on their productive capacity. Under conditions of controlled field experiments, the coefficients of the decrease in the productivity of all crops on arable land averaged 0.95 on weakly washed soils, 0.90 on medium-eroded soils and 0.80 on highly washed soils.

Поступила 01.06. 2018