

учетных периодов: от всходов до 25 июня и с 26 июня по 10 июля, где коэффициент детерминации составляет 0,92 и 0,86 соответственно. При оптимальном сроке сева он меньше – 0,86 и 0,78. В последующие третий и четвертый 15-дневные периоды суточный прирост растений в высоту слабо связан с температурным режимом: коэффициент детерминации соответственно учетным периодам – 0,06–0,11 и 0,05–0,07.

3. На раннем этапе интенсивного роста растений загущение посева с 70 до 130 тыс. шт./га приводит к увеличению их высоты в среднем на 5,9 %. К окончанию роста растений у гибрида ФАО 250 ДН Галатея при увеличении плотности стеблестоя она была ниже на 6–12 см и не различалась по срокам сева (276 и 277 см). По более ранним гибридам (ФАО 210-230) такой закономерности изменения высоты растений при загущении посева не отмечено, а майский сев приводил к повышению показателя с 264 до 272 см у гибрида ДН Пивиха и с 259 до 267 см – у гибрида Полесский 202.

4. От фазы цветения метелки до окончания роста растений кукурузы их прирост в высоту зависит от по-

годных условий года, генотипа гибрида, срока его сева и колеблется в пределах 19–49 см.

### Литература

1. Влияние сроков сева и густоты стояния на показатели высоты растений гибридов кукурузы в орошаемых условиях юга Украины / Р. А. Вожегова [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – 2019. – Вып. 55. – С. 75–81.
2. Логинова, А. М. Влияние температурного режима и влагообеспеченности на продолжительность периода всходы – цветение початка у раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Западной Сибири / А. М. Логинова, В. С. Ильин, Г. В. Гетц // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 6. – С. 32–36.
3. Кадыров, С. В. Рост и развитие гибридов кукурузы при разных нормах высева в условиях лесостепи центрального Черноземья / С. В. Кадыров, М. Ю. Харитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (59). – С. 30–36.
4. Влащук, А. М. Влияние приемов агротехники на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости / А. М. Влащук, Н. Н. Прищепо, А. С. Колпакова // Вестник БГСХА. – 2017. – № 4. – С. 105–108.

УДК 631.459.2+631.559

## Почвозащитная эффективность и продуктивность севооборотов на дерново-подзолистых почвах в разной степени подверженных водной эрозии

Н. Н. Цыбулько, доктор с.-х. наук, И. А. Логачев, младший научный сотрудник, В. Б. Цырибко, А. М. Устинова, кандидаты с.-х. наук  
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 25.08.2022 г.)

Приведены результаты изучения почвозащитной эффективности и продуктивности разных севооборотов. Установлено, что на средне- и сильноэродированных почвах зерновые и зерноотрубные севообороты с показателями почвозащитной способности 0,54–0,72 не обеспечивают предотвращение смыва почвы до предельно допустимого уровня. В травяно-зерновых севооборотах остаточный смыв на среднеэродированных почвах ниже допустимого, а на сильноэродированных почвах – выше в 1,5 раза. Ежегодный недобор продукции в севооборотах составляет на слабоэродированных почвах 2,0–5,2 ц/га к. ед., на среднеэродированных почвах – 2,5–15,7, на сильноэродированных почвах – 10,7–25,5 ц/га к. ед. Наиболее высокий выход кормовых единиц обеспечивают травяно-зерновые севообороты с люцерной.

*The results of the study of soil protection efficiency and productivity of crop rotations are presented. It has been established that on medium and highly eroded soils, grain and grain-grass crop rotations with soil-protective capacity indicators of 0,54–0,72 do not prevent soil erosion to the maximum allowable level. In grass-grain crop rotations, the residual washout on moderately eroded soils is lower than the permissible washout, and on highly eroded soils it is 1,5 times higher. The annual shortage of products in crop rotations is 2,0–5,2 c/ha on slightly eroded soils, 2,5–15,7 c/ha on moderately eroded soils, and 10,7–25,5 c/ha on highly eroded soils units. The highest yield of fodder units is provided by grass-grain crop rotations with alfalfa.*

### Введение

На территории Беларуси эрозия почв – один из основных факторов их деградации, что вызвано как природными условиями, так и антропогенным воздействием – распространением склонового рельефа и высокой распаханностью сельскохозяйственных земель. Водной и ветровой эрозии почв подвержено 556,0 тыс. га сельскохозяйственных земель. Из общей площади эродированных почв смытыми являются 473,0 тыс. га, дефлированными – 83,0 тыс. га. Эродированные почвы приурочены преимущественно к пахотным землям [1].

Водно-эрозионные процессы вызываются тальми и ливневыми водами и проявляются на склонах в виде смыва верхней части почвенного покрова (плоскостная и струйчатая эрозия) или в виде размыва в глубину (линейная эрозия). Водная эрозия преобладает в северной и центральной частях республики (Витебская область – 9,9 % от общей площади пахотных земель, Могилевская – 8,9 %, Минская – 8,6 %, Гродненская – 8,1 %) [2, 3].

Потери гумуса и элементов питания, ухудшение агрофизических, биологических и агрохимических свойств отрицательно сказываются на производительной спо-

способности почв и урожайности возделываемых на них сельскохозяйственных культур. В наибольшей степени реагируют на эродированность почвы пропашные культуры, урожайность которых снижается на слабосмытых почвах на 20 %, на среднесмытых – на 40 и на сильносмытых почвах – на 60 %. Недоборы урожая зерновых и зернобобовых культур на слабоэродированных почвах в среднем составляют 12 %, на среднеэродированных – 28 и на сильноэродированных почвах – 40 %. Продуктивность многолетних трав может уменьшаться в зависимости от эродированности почвы на 5–30 % [4, 5].

В системе мероприятий по защите почв от эрозии и ведения земледелия на склоновых землях важнейшая роль принадлежит научно обоснованным севооборотам с правильным набором сельскохозяйственных культур и их размещением в агроландшафте. Основа почвозащитных севооборотов – эффективное использование почвозащитного действия культур. Различные сельскохозяйственные культуры обладают разной противозерозионной способностью, зависящей от длительности пребывания на поле, плотности травостоя, мощности развития растений, количества послеуборочных растительных остатков, оставляемых на поверхности поля, технологии возделывания и влияния культур на плодородие почвы.

Разработаны коэффициенты почвозащитной способности разных групп сельскохозяйственных культур [6]. Многолетние травы обладают наибольшей почвозащитной эффективностью. Покрывая почву в течение всего года, они надежно защищают её от эрозии, хотя плотность травостоя в осенний, зимний и весенний периоды снижается. Озимые зерновые культуры несколько уступают многолетним травам. Они покрывают почву от 9 до 11 месяцев в году с максимумом в мае-июле. Эти группы культур должны составлять основу почвозащитных севооборотов. Их соотношение в структуре севооборота должно определяться крутизной склона

и интенсивностью эрозионных процессов. Яровые зерновые культуры защищают почву в течение 3 летних месяцев, а пропашные – 1–1,5 месяца. В почвозащитных севооборотах дополнением являются пожнивные, поукосные и подсевные культуры, для того чтобы не оставлять почву открытой после уборки основной культуры.

Целью настоящих исследований являлось изучение почвозащитной эффективности и продуктивности севооборотов с насыщением культурами, обладающими различной почвозащитной способностью, на дерново-подзолистых почвах в разной степени подверженных водной эрозии.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2017–2021 гг. в условиях центральной и северной почвенно-экологических провинций на стационаре «Стоковые площадки» (СПК «Щемяслица» Минского района) и стационаре «Браслав» (ОАО «Межаны» Браславского района).

Объекты исследований: дерново-палево-подзолистая почва, сформированная на легких лессовидных суглинках, расположенная на склоне южной экспозиции крутизной 6–7°. На водораздельной равнине расположены незэродированные почвы, в верхней части склона – среднеэродированные, в средней части – сильноэродированные, в нижней части склона – глееватые намывные почвы (стационар «Стоковые площадки»); дерново-палево-подзолистая почва, сформированная на легких лессовидных суглинках, расположенная на склоне северной экспозиции крутизной 4–5°. На водораздельной равнине расположены незэродированные почвы, в верхней части склона – слабоэродированные, в средней части – среднеэродированные, в нижней части склона – глееватые намывные почвы (стационар «Стоковые площадки»); дерново-подзолистая почва, сформированная на моренных суглинках, расположенная на склоне северо-восточной экспозиции крутизной 5–7°. На водораздельной равнине расположена незэродированная почва, в верхней части склона – слабо- и среднеэродированная, в средней части – сильноэродированная, в нижней части склона – намывная почва (стационар «Браслав»).

Изучались следующие севообороты:

- (стационар «Стоковые площадки» на склоне южной экспозиции крутизной 6–7°) – зерновой севооборот (озимая пшеница – овес – яровой рапс – яровая пшеница – озимая рожь) с показателем почвозащитной способности ( $H_{3C}$ ) – 0,55; травяно-зерновой севооборот (озимая пшеница – однолетние травы с подсевом люцерны – люцерна 1–3 г. п.) с показателем почвозащитной способности ( $H_{3C}$ ) – 0,81;
- (стационар «Стоковые площадки» на склоне северной экспозиции крутизной 4–5°) – зернотравяной севооборот (ячмень – овес – озимое тритикале – горох с овсом на зеленую массу – озимая пшеница) с показателем почвозащитной способности ( $H_{3C}$ ) – 0,54; зернотравяной севооборот (ячмень – озимая рожь –



Состояние склоновых земель под зябью



Состояние склоновых земель под озимыми культурами

озимый рапс – озимое тритикале – горох с овсом на зеленую массу) с показателем почвозащитной способности ( $H_{3C}$ ) – 0,64;

- (стационар «Браслав» на склоне северо-восточной экспозиции крутизной 5–7°) – зернотравяной севооборот (ячмень – горох с овсом на зеленую массу – озимое тритикале – горох с овсом на зеленую массу – озимая пшеница) с показателем почвозащитной способности ( $H_{3C}$ ) – 0,54; травяно-зерновой севооборот (яровой рапс – яровая пшеница с подсевом люцерны – люцерна 3 г. п.) с показателем почвозащитной способности ( $H_{3C}$ ) – 0,72.

Показатели почвозащитной способности севооборотов рассчитывали на основе коэффициентов противозерозионной способности отдельных сельскохозяйственных культур и насыщения ими севооборотов. Коэффициенты противозерозионной способности культур следующие: люцерна 2–3 г. п. – 0,98, люцерна 1 г. п. – 0,92, озимая пшеница, озимое тритикале, озимая рожь и озимый рапс – 0,84, яровая пшеница, ячмень, овес и яровой рапс – 0,35, однолетние травы – 0,34 [7].

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате многолетних исследований, проведенных на эродированных дерново-подзолистых почвах Беларуси, установлено, что на склонах с крутизной 1–3° в основном располагаются слабоэродированные почвы с величиной потенциального смыва 2,1–5,0 т/га, на склонах с крутизной 3–5° – среднеэродированные почвы с потенциальным смывом 5,1–10,0 т/га и на склонах 5–7° – сильноэродированные почвы со среднегодовым смывом мелкозема 10,1–20,0 т/га [8].

Количественным критерием оценки эффективности противозерозионных мероприятий, включая почвозащит-

ные севообороты, является так называемый «предельно допустимый смыв почвы» (ПДС). Этот показатель представляет собой максимальные ежегодные потери почвы от эрозии, численно равные скорости почвообразования (образованию гумусового горизонта), при которых сохраняется неограниченно долго уровень плодородия почвы. Если смыв мелкозема не превышает темпов почвообразования, то почва сохраняет полнопрофильное строение. В тех случаях, когда противозерозионные мероприятия не применяются или применяются не в полной мере, потери почвы на обрабатываемых эродируемых землях превышают темпы почвообразования, что вызывает дальнейшую их деградацию. Установлено, что средне-взвешенное значение ПДС для дерново-подзолистых почв Беларуси составляет 2,0 т/га в год [9]. Сравнение предельно допустимого смыва почвы с величиной остаточных потерь ее после применения тех или иных противозерозионных приемов позволяет судить об эффективности последних.

В результате исследований изучена почвозащитная эффективность зернового, зернотравяных и травяно-зерновых севооборотов на дерново-подзолистых почвах, в разной степени подверженных эрозии. На слабоэродированных почвах потенциальный смыв мелкозема составлял 5,0 т/га в год, на среднеэродированных почвах – 10,0 и на сильноэродированных почвах – 15,0 т/га в год.

Установлено, что на дерново-подзолистых средне- и сильноэродированных почвах на лессовидных суглинках (склон южной экспозиции) зерновой севооборот с показателем почвозащитной способности ( $H_{3C}$ ) 0,55 не обеспечивал предотвращение смыва почвы до предельно допустимого уровня (2,0 т/га в год). Ежегодные остаточные потери составляли в среднем соответственно 4,5 и 6,8 т/га, что превышало ПДС в 2,3–3,4 раза (таблица 1).

**Таблица 1 – Почвозащитная эффективность севооборотов на дерново-подзолистых почвах, в разной степени подверженных эрозии**

Севооборот	Степень эродированности почвы	Смыв почвы, т/га в год		
		потенциальный	предотвращенный	остаточный
<i>Склон южной экспозиции крутизной 5–7°</i>				
<i>Дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках</i>				
Зерновой с $H_{3C}$ – 0,55	средняя	10,0	5,5	4,5
	сильная	15,0	8,2	6,8
Травяно-зерновой с $H_{3C}$ – 0,81	средняя	10,0	8,1	1,9
	сильная	15,0	12,1	2,9
<i>Склон северной экспозиции крутизной 4–5°</i>				
<i>Дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках</i>				
Зернотравяной с $H_{3C}$ – 0,54	слабая	5,0	2,7	2,3
	средняя	10,0	5,4	4,6
Зернотравяной с $H_{3C}$ – 0,64	слабая	5,0	3,2	1,8
	средняя	10,0	6,4	3,6
<i>Склон северо-восточной экспозиции крутизной 5–7°</i>				
<i>Дерново-подзолистые почвы на моренных суглинках</i>				
Зернотравяной с $H_{3C}$ – 0,54	слабая	5,0	2,7	2,3
	средняя	10,0	5,4	4,6
	сильная	15,0	8,1	6,9
Травяно-зерновой с $H_{3C}$ – 0,72	слабая	5,0	3,6	1,4
	средняя	10,0	7,2	2,8
	сильная	15,0	10,8	4,2



В травяно-зерновом севообороте ( $H_{3C} - 0,81$ ) ежегодный предотвращенный смыв на среднеэродированной почве составил 8,1 т/га, а остаточный – 1,9 т/га, что ниже ПДС. На сильноэродированной почве остаточные потери мелкозема в 1,5 раза превышали предельно допустимый смыв и составляли 2,9 т/га в год.

На дерново-подзолистых слабо- и среднеэродированных почвах на лессовидных суглинках на склоне северной экспозиции изучена почвозащитная эффективность двух зернотравяных севооборотов с показателями почвозащитной способности 0,54 и 0,64. На слабоэродированной почве севооборот с  $H_{3C} - 0,64$  обеспечил надежную противозерозионную защиту, а на среднеэродированной почве остаточный смыв превышал допустимый уровень. В севообороте с  $H_{3C} - 0,54$  ежегодные потери мелкозема составляли в среднем на слабо- и среднеэродированной почвах соответственно 2,3 и 4,6 т/га, то есть были выше ПДС.

На дерново-подзолистых слабо-, средне- и сильноэродированных почвах на моренных суглинках, расположенных на склоне северо-восточной экспозиции с крутизной 5–7°, изучена почвозащитная эффективность зернотравяного севооборота с  $H_{3C} - 0,54$  и травяно-зернового севооборота с  $H_{3C} - 0,72$ . В зернотравяном севообороте потери почвы при эрозии были близкими к допустимому смыву на слабоэродированной почве, а на средне- и сильноэродированной почвах превышали в 2,3 и 3,5 раза соответственно. В травяно-зерновом севообороте ежегодный смыв был ниже ПДС, а на средне- и сильноэродированной почвах выше на 0,8 и 2,2 т/га в год.

Продуктивность сельскохозяйственных культур в изучаемых зерновом, зернотравяных и травяно-зерновых севооборотах изменялась по годам и зависела от почвенных условий, степени эродированности почв, экспозиции склонов, на которых они возделывались.

В зерновом севообороте на дерново-подзолистых почвах, сформированных на лессовидных суглинках, возделывали озимую пшеницу, озимую рожь, яровую пшеницу, овес, яровой рапс на семена.

Урожайность озимой пшеницы на неэродированной и среднеэродированной почве была одинаковой – 58,2–58,3 ц/га зерна, а на сильноэродированной почве существенно ниже – 47,1 ц/га (таблица 2).

Озимая рожь формировала более высокую урожайность. На неэродированной почве получено 65,9 ц/га зерна, на средне- и сильноэродированных почвах – соответственно 63,6 и 52,1 ц/га.

Из яровых зерновых культур в севообороте возделывали яровую пшеницу и овес. Урожайность их на неэродированной почве составила соответственно 49,6 и 35,8 ц/га зерна. На среднеэродированной почве снижение продуктивности этих культур составило всего 1,3 и 2,2 ц/га, а на сильноэродированной почве – 4,1 и 5,3 ц/га зерна соответственно. Урожайность ярового рапса на семена изменялась от 19,3 ц/га на неэродированной почве до 16,5 ц/га – на сильноэродированной почве.

В целом наибольший сбор кормовых единиц обеспечила озимая рожь – соответственно на неэродированной, средне- и сильноэродированной почвах 95,6; 92,2 и 75,5 ц/га.

В травяно-зерновом севообороте на дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках возделывали озимую пшеницу, горох с овсом на зеленую массу и люцерну посевную 3-х лет пользования.

Урожайность озимой пшеницы на неэродированной почве сформирована 52,3 ц/га зерна, на среднеэродированной почве – 47,7 и на сильноэродированной почве – 43,6 ц/га. Продуктивность люцерны наибольшей была во второй год пользования и составила за 3 укоса на неэродированной почве 749,6 ц/га зеленой массы, на средне- и сильноэродированной почвах – соответственно 666,7 и 649,6 ц/га. Люцерна 2-го г. п. обеспечила за севооборот наибольший сбор кормовых единиц – 136,4–157,4 ц/га в зависимости от эродированности почвы.

На дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках, расположенных на склоне северной экспозиции, изучали два зернотравяных севооборота. В севообороте с  $H_{3C} - 0,54$  возделывали ячмень, овес, озимое тритикале, горох с овсом на зеленую массу и озимую пшеницу, в севообороте с  $H_{3C} - 0,64$  – ячмень, озимую рожь, озимый рапс, озимое тритикале, горох с овсом на зеленую массу.

В первом севообороте урожайность ячменя на неэродированной, средне- и сильноэродированной почвах составила соответственно 56,2; 53,0 и 51,8 ц/га зерна. Урожайность овса была значительно ниже и колебалась в пределах 27,7–32,7 ц/га. Озимые зерновые культуры обеспечили достаточно высокую продуктивность: озимое тритикале – 56,7–69,1 ц/га, озимая пшеница – 53,9–69,3 ц/га. Снижение урожайности этих культур на слабоэродированной почве составило 0,8 и 9,9 ц/га, на среднеэродированной почве – 12,4 и 15,4 ц/га зерна соответственно.

Во втором севообороте урожайность ячменя была такой же, как и в первом севообороте – 51,6–56,2 ц/га зерна. На слабо- и среднеэродированной почвах она была ниже – 3,1–4,6 ц/га.

Из озимых зерновых культур в севообороте возделывали озимую рожь и озимое тритикале. На неэродированной почве получена урожайность озимой ржи 54,8 ц/га зерна, на слабоэродированной почве ниже на 3,5 ц/га, на среднеэродированной почве – на 8,5 ц/га.

Сформирована достаточно высокая продуктивность озимого тритикале – 76,4 ц/га на почве, не подверженной эрозии, и 73,9 и 71,8 ц/га соответственно на слабо- и среднеэродированной почвах.

Урожайность озимого рапса (третья культура севооборота) на семена изменялась от 37,6 ц/га на неэродированной почве до 34,3 ц/га – на среднеэродированной почве.

На дерново-подзолистых почвах, сформированных на моренных суглинках, расположенных на склоне северо-восточной экспозиции, изучали продуктивность сельскохозяйственных культур в зернотравяном и травяно-зерновом севооборотах.

В зернотравяном севообороте возделывали ячмень, горох с овсом на зеленую массу, озимое тритикале и озимую пшеницу. Урожайность зерна ячменя на почве, не подверженной эрозии, составила 40,5 ц/га. На слабоэродированной почве она была ниже незначительно – на 1,5 ц/га, на среднеэродированной почве – на 2,8 ц/га, а на сильноэродированной почве уменьшилась на 11,6 ц/га (таблица 3).

На дерново-подзолистых почвах на моренных суглинках, как и на почвах, сформированных на лессовидных суглинках, получена высокая урожайность озимого тритикале – 77,2 ц/га на почве, не подверженной эрозии, 65,6 ц/га – на слабоэродированной почве, 61,8 ц/га – на среднеэродированной почве и 54,1 ц/га – на сильноэроди-

рованной почве. На эродированных почвах урожайность снижалась на 11,6–23,1 ц/га.

Продуктивность озимой пшеницы была ниже, чем озимого тритикале, и составила на неэродированной почве 53,3 ц/га, на слабо-, средне- и сильноэродированной почвах – соответственно на 4,5; 5,3 и 8,4 ц/га ниже.

Урожайность однолетних трав (горох с овсом) изменялась по годам и степеням эродированности почвы от 161,1 до 342,7 ц/га зеленой массы. Снижение ее на эродированных почвах колебалось от 30,0 до 152,0 ц/га.

В травяно-зерновом севообороте возделывали яровой рапс на семена, яровую пшеницу, люцерну посевную 3-х лет пользования. Урожайность ярового рапса на почве, не подверженной эрозии, составила 26,8 ц/га. На слабоэродированной почве она была незначительно ниже – на 1,8 ц/га, на среднеэродированной почве – на 5,3 ц/га, а на сильноэродированной почве уменьшилась на 9,4 ц/га.

Урожайность яровой пшеницы на неэродированной почве сформирована 40,4 ц/га зерна, на слабо-, средне-

**Таблица 2 – Продуктивность культур севооборотов на дерново-подзолистых почвах, сформированных на лессовидных суглинках**

Культура севооборота	Степень эродированности почвы			
	неэродированная	слабая	средняя	сильная
<i>Зерновой севооборот с <math>N_{3c} - 0,55</math> на склоне южной экспозиции</i>				
Озимая пшеница	*58,3/79,3	–	58,2/79,2	47,1/64,1
Овес	35,8/46,9	–	33,6/44,0	30,5/40,0
Яровой рапс на семена	19,3/39,4	–	17,0/34,7	16,5/33,7
Яровая пшеница	49,6/68,0	–	48,3/66,2	45,5/62,3
Озимая рожь	65,9/95,6	–	63,6/92,2	52,1/75,5
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	65,8	–	63,3	55,1
<i>Травяно-зерновой севооборот с <math>N_{3c} - 0,81</math> на склоне южной экспозиции</i>				
Озимая пшеница	52,3/71,1	–	47,7/64,9	43,6/59,3
Горох с овсом на зеленую массу	172,2/31,0	–	138,7/25,0	126,0/22,7
Люцерна 1 г. п.	627,9/131,9	–	534,9/112,3	474,4/99,6
Люцерна 2 г. п.	749,6/157,4	–	666,7/140,0	649,6/136,4
Люцерна 3 г. п.	346,1/72,7	–	317,2/66,6	246,8/51,8
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	92,8	–	81,8	74,0
<i>Зернотравяной севооборот с <math>N_{3c} - 0,54</math> на склоне северной экспозиции</i>				
Ячмень	56,2/84,3	53,0/79,5	51,8/77,7	–
Овес	32,7/42,8	29,5/38,6	27,7/36,3	–
Озимое тритикале	69,1/99,5	68,3/98,4	56,7/81,6	–
Горох с овсом на зеленую массу	224,4/40,4	213,5/38,4	189,2/34,1	–
Озимая пшеница	69,3/94,2	59,4/80,8	53,9/73,3	–
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	72,2	67,1	60,6	–
<i>Зернотравяной севооборот с <math>N_{3c} - 0,64</math> на склоне северной экспозиции</i>				
Ячмень	56,2/84,3	53,1/79,5	51,6/77,7	–
Озимая рожь	54,8/79,5	51,3/74,4	46,3/67,1	–
Озимый рапс	37,6/76,7	36,3/74,1	34,3/70,0	–
Озимое тритикале	76,4/110,0	73,9/106,4	71,8/103,4	–
Горох с овсом на зеленую массу	226,0/40,7	258,4/46,5	170,7/30,7	–
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	78,2	76,2	69,8	–

Примечание – \*Над чертой – урожайность продукции (зерно, семена, зеленая масса), ц/га; под чертой – урожайность в переводе продукции в кормовые единицы, ц/га.

Таблица 3 – Продуктивность культур севооборотов на дерново-подзолистых почвах, сформированных на моренных суглинках

Культура севооборота	Степень эродированности почвы			
	неэродированная	слабая	средняя	сильная
<i>Зернотравяной севооборот с <math>N_{3C} = 0,54</math> на склоне северо-восточной экспозиции</i>				
Ячмень	*40,5/60,8	39,0/58,5	37,7/56,6	28,9/43,4
Горох с овсом на зеленую массу	221,1/39,8	230,9/41,6	191,1/34,4	161,1/29,0
Озимое тритикале	77,2/111,2	65,6/94,5	61,8/89,0	54,1/77,9
Горох с овсом на зеленую массу	338,7/61,0	342,7/61,7	241,3/43,4	186,7/33,6
Озимая пшеница	53,3/72,5	48,8/66,4	48,0/65,3	44,9/61,1
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	69,1	64,5	57,7	49,0
<i>Травяно-зерновой севооборот с <math>N_{3C} = 0,72</math> на склоне северо-восточной экспозиции</i>				
Яровой рапс на семена	26,8/54,7	25,0/51,0	21,5/43,9	17,4/35,5
Яровая пшеница	40,4/55,3	39,8/54,5	34,5/47,3	31,2/42,7
Люцерна 1 г. п.	454,1/95,4	438,6/92,1	387,1/81,3	342,4/71,9
Люцерна 2 г. п.	551,1/115,7	502,0/105,4	412,9/86,7	392,5/82,4
Люцерна 3 г. п.	495,0/104,0	457,6/96,1	414,8/87,1	308,6/64,8
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	85,0	79,8	69,3	59,5

Примечание – \*Над чертой – урожайность продукции (зерно, семена, зеленая масса), ц/га; под чертой – урожайность в переводе продукции в кормовые единицы, ц/га.

и сильноэродированной почвах – соответственно 39,8; 34,5 и 31,2 ц/га.

Продуктивность люцерны наибольшей была во второй год пользования и составила за 2 укоса на неэродированной почве 551,1 ц/га зеленой массы, на слабо-, средне- и сильноэродированной почвах – соответственно 502,0; 412,9 и 392,5 ц/га. В целом за 3 года снижение урожайности ее на слабоэродированной почве колебалось в пределах 15,5–49,1 ц/га зеленой массы, на среднеэродированной почве – 67,0–138,2 ц/га, на сильноэродированной почве – 111,7–186,4 ц/га зеленой массы.

Для сравнительной оценки продуктивности изучаемых севооборотов получаемая в них продукция сельскохозяйственных культур переведена в кормовые единицы.

Наиболее высокую продуктивность как в центральной (дерново-подзолистые почвы, сформированные на лессовидных суглинках), так и в северной (дерново-подзолистые почвы, сформированные на моренных суглинках) почвенно-экологических зонах Беларуси обеспечили травяно-зерновые севообороты с люцерной посевной 3-хлетнего пользования. На дерново-подзолистых почвах на лессовидных и моренных суглинках выход кормовых единиц составил в среднем по почвенно-эрозионным катенам соответственно 82,9 и 73,4 ц/га в год, а суммарный сбор за севообороты – 414,3 и 367,0 ц/га (таблица 4).

На дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках, расположенных на склоне северной экспозиции, из зернотравяных севооборотов более высокой продуктивностью отличался севооборот с большей почвозащитной способностью ( $N_{3C} = 0,64$ ). Выход кормовых единиц составил в среднем по почвенно-эрозионной катене 74,7 ц/га в год, а суммарный сбор за севооборот – 373,7 ц/га.

Ежегодный недобор продукции в севооборотах по отношению к неэродированным почвам колебался на слабоэродированных почвах от 2,0 до 5,2 ц/га к. ед., на среднеэродированных почвах – от 2,5 до 15,7 и на сильноэродированных почвах – от 10,7 до 25,5 ц/га к. ед.

### Закключение

На дерново-подзолистых средне- и сильноэродированных почвах зерновые и зернотравяные севообороты с показателями почвозащитной способности 0,54–0,72 не обеспечивают предотвращение смыва почвы до предельно допустимого уровня. В травяно-зерновых севооборотах остаточный смыв на среднеэродированной почве ниже допустимого, а на сильноэродированной почве – выше в 1,5 раза.

Ежегодный недобор продукции в севооборотах по отношению к неэродированным почвам составляет на слабоэродированных почвах 2,0–5,2 ц/га к. ед., на среднеэродированных почвах – 2,5–15,7, на сильноэродированных почвах – 10,7–25,5 ц/га к. ед. Наиболее высокую продуктивность на эродированных почвах обеспечивают травяно-зерновые севообороты с люцерной 3-хлетнего пользования. На дерново-подзолистых почвах на лессовидных и моренных суглинках выход кормовых единиц составил в среднем по почвенно-эрозионным катенам соответственно 82,9 и 73,4 ц/га в год, а суммарный сбор за севообороты – 414,3 и 367,0 ц/га.

### Литература

1. Почвы Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.
2. Цыбулько, Н. Н. Эрозионная деградация почвенного покрова Беларуси / Н. Н. Цыбулько // Природные ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 23–32.

Таблица 4 – Продуктивность севооборотов на дерново–подзолистых почвах разной степени эродированности

Севооборот	Эродированность почвы	Сбор кормовых единиц, ц/га		
		суммарный за севооборот	в среднем в год	недобор на смытых почвах
<i>Дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках, склон южной экспозиции</i>				
Зерновой (Н <sub>ЗС</sub> – 0,55)	неэродированная	329,0	65,8	–
	среднеэродированная	316,5	63,3	2,5
	сильноэродированная	275,5	55,1	10,7
	<b>в среднем по катене</b>	<b>307,0</b>	<b>61,4</b>	<b>–</b>
Травяно–зерновой (Н <sub>ЗС</sub> – 0,81)	неэродированная	464,0	92,8	–
	среднеэродированная	409,0	81,8	11,0
	сильноэродированная	370,0	74,0	18,8
	<b>в среднем по катене</b>	<b>414,3</b>	<b>82,9</b>	<b>–</b>
<i>Дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках, склон северной экспозиции</i>				
Зернотравяной (Н <sub>ЗС</sub> – 0,54)	неэродированная	361,0	72,2	–
	слабоэродированная	335,5	67,1	5,1
	среднеэродированная	303,0	60,6	11,6
	<b>в среднем по катене</b>	<b>333,2</b>	<b>66,6</b>	<b>–</b>
Зернотравяной (Н <sub>ЗС</sub> – 0,64)	неэродированная	391,0	78,2	–
	слабоэродированная	381,0	76,2	2,0
	среднеэродированная	349,0	69,8	8,4
	<b>в среднем по катене</b>	<b>373,7</b>	<b>74,7</b>	<b>–</b>
<i>Дерново-подзолистые почвы на моренных суглинках, склон северо-восточной экспозиции</i>				
Зернотравяной (Н <sub>ЗС</sub> – 0,54)	неэродированная	345,5	69,1	–
	слабоэродированная	322,5	64,5	4,6
	среднеэродированная	288,5	57,7	11,4
	сильноэродированная	245,0	49,0	20,1
	<b>в среднем по катене</b>	<b>300,4</b>	<b>60,1</b>	<b>–</b>
Травяно–зерновой (Н <sub>ЗС</sub> – 0,72)	неэродированная	425,0	85,0	–
	слабоэродированная	399,0	79,8	5,2
	среднеэродированная	346,5	69,3	15,7
	сильноэродированная	297,5	59,5	25,5
	<b>в среднем по катене</b>	<b>367,0</b>	<b>73,4</b>	<b>–</b>

- Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В. В. Лапы, А. Ф. Черныша; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 170 с.
- Цыбулько, Н. Н. Производительная способность почв, в разной степени подверженных эрозионной деградации / Н. Н. Цыбулько // Аграрная экономика. – 2018. – № 8. – С. 31–37.
- Влияние эродированности дерново-подзолистых почв на продуктивность сельскохозяйственных культур (результаты длительных полевых опытов) / Н. Н. Цыбулько [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 2 (67). – С. 7–17.
- Жукова, И. И. Развитие эрозионных процессов на дерново-подзолистых пылевато-суглинистых почвах центральной провинции Беларуси при возделывании различных сельскохозяйственных культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 05.02.01 / И. И. Жукова; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2001. – 18 с.
- Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси: рекомендации / РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»; под общ. ред. А. Ф. Черныша. – Минск, 2005. – 52 с.
- Деградация почв сельскохозяйственных земель Беларуси: виды и количественная оценка / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2 (57). – С. 7–18.
- Предельно допустимый и потенциально возможный смыл дерново-подзолистых суглинистых почв Беларуси / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск, 1999. – Вып. 25. – С. 31–41.