

УДК 631.4

## СТРУКТУРА УРОЖАЯ ОЗИМОЙ РЖИ НА ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ

О.А. Анциферова, Я.П. Турло

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Россия, г. Калининград, Советский проспект, 1  
E-mail: [anciferova@inbox.ru](mailto:anciferova@inbox.ru)

Представлены результаты изучения биометрических показателей биологического урожая озимой ржи на поле с развитием водной эрозии. Сильное снижение всех показателей продуктивности ржи наблюдается на средне и сильноэродированных почвах.

*водная эрозия, буроземы, показатели продуктивности*

### ВВЕДЕНИЕ

Активизация водной эрозии в агроландшафтах Калининградской области есть совокупный результат действия: 1) природных предпосылок (сильная расчлененность рельефа полей, в частности Самбийской, Вармийской, Виштынецкой холмисто-моренных возвышенностей; увеличения в последнее время количества ливневых осадков); 2) антропогенных предпосылок (снижение культуры земледелия, несоблюдение рекомендованных севооборотов, неправильная распашка склонов, невнесение органических удобрений, отсутствие почвозащитных севооборотов). Изучению процессов и результатов эрозии на территории области посвящен ряд работ [1-3]. Нашей целью явилось комплексное исследование взаимосвязей в системе: эрозия → почвы → урожай в приложении к конкретному участку. Таким образом, исследование решает как фундаментальные, так и прикладные вопросы.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на Самбийской возвышенности, землях сельскохозяйственного предприятия «Светлогорский» Светлогорского городского округа в 2011 – 2012 гг. Для изучения пестроты агрохимических свойств образцы (пробы) отбирались с каждого почвенного ареала в 5 - 11-кратной повторности. В образцах определялись: рН<sub>KCl</sub> – потенциометрически; гумус по Тюрину в модификации Симакова; сумма обменных оснований трилометрическим методом, гидролитическая кислотность по Каппену; подвижные соединения фосфора и обменный калий по Кирсанову [4]. Уборку ржи проводили в фазе полной спелости. Пробные снопы убирали с площадок 1 м<sup>2</sup> на почвах разной степени смытости в 5 – 13-кратной повторности в зависимости от варьирования густоты и высоты растений. Обмолот осуществляли в камеральных условиях вручную. Статистическую обработку данных проводили с использованием

программы Excel. Рассчитаны показатели:  $\bar{x}$  – среднее арифметическое;  $m$  – ошибка среднего арифметического;  $\sigma$  – стандартное отклонение;  $v, \%$  – коэффициент вариации, %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвенный покров участка «Светлогорский» представляет собой комбинацию буроземов разной степени смытости: от несмытых на плоских участках поля до сильносмытых на склонах крутизной 5-10° и намытых в понижениях (мощность гумусированного делювия 1,9 – 2,5 м). Гранулометрический состав почв супесчаный. Содержание гумуса в пахотном слое несмытых почв в среднем 2,28%, в слабосмытых 2,18, в среднесмытых 1,69, в сильносмытых 1,27, в намытых от 2,5 до 1,5 % в зависимости от гумусированности наноса. В несмытых, слабосмытых и намытых почвах преобладает слабокислая реакция среды, в средне- и сильносмытых - кислая. Все почвы содержат высокое количество подвижного фосфора. Содержание обменного калия варьирует от высокого до среднего в зависимости от степени смытости. Такое соотношение свойств – результат систематического внесения фосфорных и калийных удобрений на фоне длительно не проводившегося известкования и развития водной эрозии.

Посев озимой ржи проведен 20 сентября 2011 г. с нормой высева 270 кг/га. Под посев внесено комплексное удобрение. Интенсивное развитие эрозионных процессов спровоцировали в первую очередь осадки октября, декабря и первой половины января. На фоне положительных температур воздуха осадки выпадали в форме дождей разной интенсивности [5]. Отсутствие структуры у супесчаных буроземов приводит к быстрому смыву почвы, образованию линейных форм эрозии (глубоких промоин). Вертикальному впитыванию влаги препятствует сильно уплотненный подпахотный горизонт. Равновесная плотность сложения в слое 20 – 35 см на ключевом участке составляет 1,67 – 1,75 г/см<sup>3</sup>.

Высота растений отчетливо реагирует на степень смытости почвы (табл. 1). На слабосмытых почвах высота стеблей в среднем на 6,3 % ниже, чем на несмытых. Более выражено снижение высоты растений на среднесмытых (на 17,6 %) и особенно сильносмытых почвах (на 29 %) по отношению к несмытой почве. Несущественное увеличение высоты стебля отмечено на намытых почвах понижениях по причине поступления питательных веществ и особенно азотных соединений с эрозионными потоками.

Таблица 1. Статистические показатели высоты растений (см) озимой ржи

Table 1. Statistic indexes of height of plants (sm) of winter rye

| Почва               | n   | $\bar{x}$ | m   | $\sigma$ | v    |
|---------------------|-----|-----------|-----|----------|------|
| L <sup>0</sup> y    | 50  | 159,4     | 2,0 | 13,8     | 8,7  |
| L <sup>bv</sup> y   | 225 | 149,4     | 1,3 | 19,1     | 12,8 |
| L <sup>bvv</sup> y  | 125 | 131,3     | 1,4 | 15,3     | 11,7 |
| L <sup>bvvv</sup> y | 307 | 113,2     | 1,5 | 25,5     | 22,6 |
| L <sup>0+</sup> y   | 125 | 161,2     | 1,8 | 19,9     | 12,3 |

Примечание. L<sup>0</sup>y - бурозем окультуренный супесчаный несмытый; L<sup>0+</sup>y - бурозем супесчаный слабосмытый; L<sup>bv</sup>y - бурозем супесчаный среднесмытый; L<sup>bvv</sup>y - бурозем супесчаный сильносмытый; L<sup>0+</sup>y - намытый супесчано-песчаный гумусированный делювий из смытых буроземов.

Различия между почвами разной степени смытости по количеству стеблей на квадратный метр не столь существенные (табл. 2). На участке наблюдался перенос части семян в руслах ручейков с повышений на склоны и в понижения. Поэтому на отдельных площадках количество стеблей на сильносмытых почвах выше, чем на несмытых. Но стебли все очень тонкие, что отразилось на биологическом урожае ржи (табл. 6). На участках перехвата корнями азотных удобрений (перегибы склонов и понижения) все стебли имеют толстую соломинку и кустистость около двух-трех. Поэтому при расчете количества растений на 1м<sup>2</sup> получается, что на повышениях с несмытыми и слабосмытыми почвами их меньше (201), чем на эродированных склонах, где все растения имеют только один тонкий стебель.

Таблица 2. Статистические показатели количества стеблей с колосом (шт./м<sup>2</sup>) на почвах различной степени смытости  
Table 2. Statistic indexes of quantity of stems with head (p/m<sup>2</sup>) on soils of different degree erosion

| Почва               | x     | m    | σ     | v    |
|---------------------|-------|------|-------|------|
| Л <sup>б</sup> у    | 362,0 | 46,0 | 65,1  | 17,9 |
| Л <sup>б↓</sup> у   | 363,6 | 48,2 | 144,5 | 39,8 |
| Л <sup>б↓↓</sup> у  | 350,4 | 51,7 | 115,6 | 32,9 |
| Л <sup>б↓↓↓</sup> у | 323,2 | 44,4 | 159,9 | 49,5 |
| Л <sup>б±</sup> у   | 375,2 | 26,9 | 60,3  | 16,1 |

Длина колоса озимой ржи измерялась без учета остей (табл. 3). При обработке данных получилась довольно четкая картина снижения длины колоса в связи с усилением степени смытости почв. В понижениях на намывных почвах наблюдается некоторое увеличение этого показателя по причине лучшего питательного режима.

Таблица 3. Статистические показатели длины колоса (см) озимой ржи  
Table 3. Statistic indexes of length of head (sm) of winter rye

| Почва               | n   | x   | m   | σ   | v    |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| Л <sup>б</sup> у    | 50  | 7,8 | 0,2 | 1,6 | 20,9 |
| Л <sup>б↓</sup> у   | 225 | 7,3 | 0,1 | 1,9 | 25,5 |
| Л <sup>б↓↓</sup> у  | 125 | 6,9 | 0,1 | 1,6 | 23,6 |
| Л <sup>б↓↓↓</sup> у | 307 | 5,7 | 0,1 | 1,9 | 32,8 |
| Л <sup>б±</sup> у   | 125 | 8,0 | 0,2 | 2,3 | 29,1 |

Количество колосков в колосе заметно ниже на средне- и сильносмытых почвах (табл. 4). Но еще более четкая картина получается, если учитывать количество недоразвитых колосков. На Л<sup>б↓↓</sup> и Л<sup>б↓↓↓</sup> почвах их почти в два – три раза больше, чем на несмытых. Поэтому количество зерен в колосе растений ржи на эродированных склонах сильно снижается (табл. 5).

Таблица 4. Статистические показатели числа колосков (шт.) в колосе  
Table 4. Statistic indexes of number of small heads (pieces) in head

| Почва                                   | n   | x    | m   | $\sigma$ | v    |
|---|-----|------|-----|----------|------|
| $L^B y$                                 | 50  | 27,9 | 0,7 | 4,8      | 16,9 |
| $L^{B\downarrow} y$                     | 225 | 27,3 | 0,4 | 5,8      | 21,2 |
| $L^{B\downarrow\downarrow} y$           | 125 | 24,5 | 0,4 | 4,8      | 19,7 |
| $L^{B\downarrow\downarrow\downarrow} y$ | 307 | 20,8 | 0,4 | 6,4      | 30,5 |
| $L^{\sigma\pm} y$                       | 125 | 29,3 | 0,6 | 6,6      | 22,7 |

Количество зерен в колосе может считаться одним из самых информативных биометрических показателей, отражающих влияние эрозии на урожай (табл.5). Количество зерен на слабосмытых почвах уменьшается на 4,7 % по сравнению с несмытыми; на среднесмытых – на 17,4 %, а на сильносмытых – на 46,6 %. В понижениях заметно увеличение количества зерен в колосе в связи с хорошими условиями питания.

Таблица 5. Статистические показатели количества зерен (шт.) в колосе  
Table 5. Statistic indexes of quantity of grains (pieces) in head

| Почва                                   | n   | x    | m   | $\sigma$ | v    |
|---|-----|------|-----|----------|------|
| $L^B y$                                 | 50  | 25,3 | 1,3 | 9,2      | 36,4 |
| $L^{B\downarrow} y$                     | 225 | 24,1 | 0,8 | 11,9     | 49,2 |
| $L^{B\downarrow\downarrow} y$           | 125 | 20,9 | 1,0 | 11,2     | 53,4 |
| $L^{B\downarrow\downarrow\downarrow} y$ | 307 | 13,5 | 0,6 | 9,9      | 73,8 |
| $L^{\sigma\pm} y$                       | 125 | 30,1 | 1,3 | 14,7     | 40,8 |

По результатам исследований установлено значительное снижение показателей биологической продуктивности озимой ржи на эродированных почвах (табл. 6 - 8). Урожай зерна на слабосмытых почвах ниже на 22,2 , на среднесмытых на 47, а на сильносмытых - на 69,6 % по отношению к несмытым участкам. Только на делювии понижений заметен рост урожайности озимой ржи. Установлено резкое уменьшение корневой массы на эродированных почвах, особенно на участках с близким подстиланием водно-ледниковым песком или гравелистыми сильно уплотненными прослойками (табл. 6).

Таблица 6. Биологическая продуктивность озимой ржи (т/га)  
Table 6. Biologic yield of winter rye (t/ha)

| Почва                                   | Зерно + солома | Солома    | Зерно     | Корни в слое 0 – 20 см |
|---|----------------|-----------|-----------|------------------------|
| $L^B y$                                 | 10,0 + 0,6     | 7,0 + 0,1 | 2,9 + 0,1 | 1,0 + 0,02             |
| $L^{B\downarrow} y$                     | 7,7 + 0,9      | 5,4 + 0,7 | 2,3 + 0,2 | 1,1 + 0,03             |
| $L^{B\downarrow\downarrow} y$           | 4,9 + 0,7      | 3,3 + 0,5 | 1,6 + 0,2 | 0,5 + 0,01             |
| $L^{B\downarrow\downarrow\downarrow} y$ | 3,0 + 0,5      | 2,1 + 0,4 | 0,8 + 0,1 | 0,4 + 0,01             |
| $L^{\sigma\pm} y$                       | 10,7 + 1,1     | 7,1 + 0,7 | 3,6 + 0,3 | 1,0 + 0,01             |

Масса 1000 зерен достоверно меньше на сильносмытых почвах, потому что зерно формируется мелкое и щуплое (табл. 7). Мощная толща гумусированного

делювия в понижениях способствует формированию более крупного зерна даже по сравнению с несмытыми почвами повышений.

Таблица 7. Статистические показатели массы 1000 зерен (г)

Table 7. Statistic indexes of mass of 1000 grains (g)

| Почва               | x    | m   | $\sigma$ | v    |
|---------------------|------|-----|----------|------|
| Л <sup>б</sup> у    | 39,7 | 0,6 | 0,8      | 2,0  |
| Л <sup>б↓</sup> у   | 38,6 | 0,7 | 2,0      | 5,2  |
| Л <sup>б↓↓</sup> у  | 38,4 | 1,1 | 2,5      | 6,5  |
| Л <sup>б↓↓↓</sup> у | 34,4 | 1,4 | 5,0      | 14,5 |
| Л <sup>б↑</sup> у   | 42,1 | 0,8 | 1,9      | 4,5  |

Таблица 8. Снижение показателей структуры урожая озимой ржи на смытых почвах по отношению к несмытой (%)

Table 8. The lowering indexes of structure yield of winter rye on eroded soils with reference to normal (non erosion) (%)

| Почва               | Высота стебля | Количество стеблей с колосом | Длина колоса | Количество колосков | Количество зерен |
|---------------------|---------------|------------------------------|--------------|---------------------|------------------|
| Л <sup>б</sup> у    | 100,0         | 100,0                        | 100,0        | 100,0               | 100,0            |
| Л <sup>б↓</sup> у   | 93,7          | 100,4                        | 93,6         | 97,8                | 95,3             |
| Л <sup>б↓↓</sup> у  | 82,4          | 96,8                         | 88,5         | 87,8                | 82,6             |
| Л <sup>б↓↓↓</sup> у | 71,0          | 89,3                         | 73,1         | 74,8                | 53,4             |
| Л <sup>б↑</sup> у   | 101,1         | 103,6                        | 102,3        | 105,0               | 119,0            |

Продолжение табл. 8

| Почва               | Масса 1000 зерен | Масса соломы и зерна | Масса зерна | Масса соломы | Масса корней в слое 0-20 см |
|---------------------|------------------|----------------------|-------------|--------------|-----------------------------|
| Л <sup>б</sup> у    | 100,0            | 100,0                | 100,0       | 100,0        | 100,0                       |
| Л <sup>б↓</sup> у   | 97,2             | 77,0                 | 77,8        | 76,6         | 104,1                       |
| Л <sup>б↓↓</sup> у  | 96,7             | 48,8                 | 53,0        | 47,0         | 49,8                        |
| Л <sup>б↓↓↓</sup> у | 86,6             | 30,1                 | 29,2        | 30,4         | 34,7                        |
| Л <sup>б↑</sup> у   | 106,0            | 107,2                | 122,7       | 100,6        | 100,0                       |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено снижение всех биометрических показателей и биологического урожая озимой ржи на средне- и сильносмытых почвах. Причина – усиленный вынос эрозийными потоками гумусированного мелкозема, элементов питания, подкисление почв. В таких условиях формируются ослабленные низкорослые растения с тонким стеблем, большим количеством недоразвитых колосков в колосе и мелким зерном.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Паракшина, Э.М. Интегративная эрозия почв Русской равнины/ Э.М. Паракшина, М.Ю. Терентьева// Актуальные проблемы сельского хозяйства: сборник научных трудов / КГТУ. – Калининград, 2001. – Ч. 1. – С. 77-88.
2. Терентьева, М.Ю. Эрозия почв западной части Калининградского эксклава / М.Ю. Терентьева. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2005. – 204 с.
3. Юсов, А.И. Эрозия почв Вармийской возвышенности /А.И. Юсов. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2011. – 201 с.
4. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ “Росинформагротех”, 2003.— 240 с.
5. Анциферова, О.А. Влияние водной эрозии в осенне-зимний период 2011-2012 гг. на посевы озимой ржи / О.А. Анциферова, Я.П. Турло // Научные достижения – в сельскохозяйственную практику: межвузовский сборник науч. тр./ КГТУ. – Калининград, 2012. – С. 33 - 39.

## THE YIELD FORMULA OF WINTER RYE ON SOILS OF DIFFERENT DEGREE OF EROSION

O.A. Antsiferova, Y.P. Turlo

The results of studying of biometric indexes of biologic yield of winter rye on field with development water erosion are presented. The intensive change for the worse all indexes productivity of rye observed on eroded soil middle and strong degree.

*water erosion, brown forest soil (burozem), indexes of productivity*