

ПОТЕНЦИАЛ ПРОДУКТИВНОСТИ ОВСА ПОСЕВНОГО В УСЛОВИЯХ ЗАПАДА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Н.М. Белоус, д.с.-х.н., Е.В. Смольский, д.с.-х.н.,
Г.П. Малявко, д.с.-х.н., В.Ф. Шаповалов, д.с.-х.н., И.Н. Белоус, д.с.-х.н.**
Брянский государственный аграрный университет, e-mail: sev_84@mail.ru

В условиях запада Брянской области на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава провели оценку адаптивных свойств овса посевного в зависимости от систем удобрения по параметрам экологической стабильности и пластичности, используя критерий «урожайность». Изменения урожайности зерна овса посевного анализировали с 2016 по 2022 г., которые различались по климатическим условиям. В результате исследования установили, что повышение адаптации к изменяющимся условиям среды возможно за счет применения минерального удобрения. Установили, что соотношение в минеральном удобрении элементов питания играет важную роль. Природно-климатические условия запада Брянской области в период исследований создают среднюю изменчивость урожайности зерна, применение биопрепарата Альбит и минерального удобрения делает изменчивость незначительной, увеличение соотношения в минеральном удобрении калия к азоту больше 1,6 увеличивает показатель изменчивости до средней. Наибольшую стрессоустойчивость, минимальное значение размаха урожайности в контрастных условиях и стабильность урожая в условиях эксперимента наблюдали при применении минерального удобрения в дозе N₉₀ и соотношении калия к азоту в удобрении не более 1,3. Выявлено, что применение минерального удобрения усиливает стабильность и снижает отзывчивость культуры на изменения среды.

Ключевые слова: овес посевной, урожайность, адаптивность, стабильность, пластичность, стрессоустойчивость, условия среды, система удобрения.

PRODUCTIVITY POTENTIAL OF SOWING OATS IN WEST OF THE BRYANSK REGION

*Dr.Sci. N.M. Belous, Dr.Sci. E.V. Smolsky, Dr.Sci. G.P. Malyavko,
Dr.Sci. V.F. Shapovalov, Dr.Sci. I.N. Belous*
Bryansk State Agrarian University, e-mail: sev_84@mail.ru

In the conditions of the west of the Bryansk region, on soddy-podzolic soils of light grain size distribution, the adaptive properties of sown oats were assessed depending on fertilizer systems according to environmental stability and plasticity parameters according to the «yield» criterion. Changes in the yield of seed oat grains were analyzed between 2016 and 2022, which differed in weather conditions. As a result of the study, it was found that improving adaptation to changing environmental conditions is possible due to the use of mineral fertilizer. It was found that the ratio in the mineral fertilization of the cells plays a role. The natural and climatic conditions of the west of the Bryansk region during the research period create an average variability in grain yield, the use of Albit biologics and mineral fertilizer makes the variability insignificant, an increase in the ratio in potassium mineral fertilizer to nitrogen of more than 1.6 increases the variability indicator to the average. We found that the greatest stress resistance, the minimum value of yield under contrast conditions and the stability of the crop under experimental conditions were observed when using mineral fertilizer in a dose of N₉₀ and the ratio of potassium to nitrogen in fertilizer not more than 1.3. We have found that the use of mineral fertilizer enhances stability and reduces the responsiveness of crops to changes in the environment.

Keywords: sowing oats, yield, adaptability, stability, plasticity, stress resistance, environment conditions, fertilizer system.

Почвы легкого гранулометрического состава в западной части Брянской области составляют основную фонд пашни, а также играют многофункциональную роль в формировании устойчивого агроландшафта [1, 2]. В Центральном Нечерноземье,

куда входит Брянская область, есть все возможности для получения стабильно высоких урожаев зерновых культур при правильном подборе сортов и технологий возделывания [3-5]. При этом необходимо подбирать системы удобрения, наиболее при-

способленные к местным почвенно-климатическим факторам, что позволит формировать высокие стабильные урожаи зерна как при благоприятных, так и неблагоприятных природно-климатических условиях. Знание потенциала адаптивности зерновых культур в зависимости от применяемых систем удобрения необходимо для правильного подбора соотношения элементов питания в условиях радиоактивно загрязненной территории региона. Параметры экологической пластичности и стабильности были рассчитаны для различных сельскохозяйственных культур, при этом получены данные о реализации потенциала урожайности культур, которые подтверждают возможность использования данных методик для экологической оценки применения минерального удобрения в технологии возделывания зерновых культур [6-8].

Цель исследования – оценить адаптивные свойства овса посевного по параметрам экологической стабильности и пластичности и действие на них систем удобрения в условиях запада Брянской области, используя критерий «урожайность».

Методика. Полевые исследования проведены с 2016 по 2022 г. на опытном поле Новозыбковского филиала Брянского ГАУ, расположенного в западной части Брянской области, анализ и расчеты экологических показателей – на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ.

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, с содержанием гумуса 2,2-2,6% (по Тюрину), подвижного фосфора и калия соответственно 338-502 и 108-118 мг/кг почвы (по Кирсанову), рН_{KCl} 5,2-5,4 ед. Плотность радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs территории 220-254 кБк/м². Расположение делянок систематическое, повторность трехкратная. Объект исследования овес посевной (*Avena sativa*) сорта Скакун, норма высева 5,5 млн/га всхожих семян. Севооборот: люпин на зеленый корм – озимая пшеница – ячмень – овес – озимая рожь.

Агротехника возделывания овса посевного общепринятая. Способ посева рядовой проводили в третьей декаде апреля.

Минеральные удобрения вносили вручную под предпосевную обработку почвы, использовали аммиачную селитру, суперфосфат двойной гранулированный и калий хлористый. Система защиты овса посевного предусматривала использование препаратов: Байлетон 25% СП – 0,6 кг/га, Диален Супер 50% ВР – 0,7 л/га, Карате 50% КЭ – 0,15 л/га.

Альбит (д.в. г/кг поли-бета-гидроксимасляной кислоты, 29,8 г/кг магния сернокислого, 91,1 г/кг калия фосфорнокислого двузамещенного, 91,2 г/кг калия азотнокислого, 181,5 г/кг карбонита) с нормой 50 мл/га вносили в фазе выметывания, совмещая с обработкой против болезней и вредителей.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Без удобрения; 2. Альбит; 3. N₆₀P₆₀; 4. N₆₀P₆₀K₆₀; 5.

N₆₀P₆₀K₉₀; 6. N₆₀P₆₀K₁₂₀; 7. N₉₀P₉₀; 8. N₉₀P₉₀K₉₀; 9. N₉₀P₉₀K₁₂₀; 10. N₉₀P₉₀K₁₅₀.

Урожай убирали комбайном Сампо 500 в фазе полной спелости поделяночно методом сплошного комбайнирования. Учет урожая весовой.

В связи с тем, что территория запада Брянской области загрязнена радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС [9], в системах удобрения овса доля калийного удобрения по отношению к азотному была увеличена, так как в современной литературе установлена ведущая роль калия в снижении удельной активности ¹³⁷Cs в зерне [10, 11].

Индекс условий среды и показатели экологической пластичности: стабильность (Sd²) и пластичность (bi) определяли по Эберхарту и Расселлу [12], стрессоустойчивость по А.А. Гончаренко [13], размах урожайности (d) – по В.А. Зыкину [14], коэффициент вариации (V) – по Б.А. Доспехову [15].

Климат Брянской области умеренно теплый и влажный. Вегетационный период 136-154 дня, сумма активных температур 2150-2450°C. Территория относится к зоне умеренного увлажнения. Гидротермический коэффициент (ГТК) 1,3-1,4 [16].

Агроклиматические условия территории опыта (табл. 1) получены на метеорологическом посту Новозыбковской СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Температурный режим варьировал как по месяцам, так и по годам исследований, наиболее теплый период наблюдали в 2018 г., когда средняя температура вегетации была равна 18,1°C.

По количеству осадков наиболее влажный период исследований наблюдали в 2020 г., когда количество выпавших осадков за вегетацию было равно 286,9 мм, а наиболее засушливый в 2016 г.

Результаты. Овес посевной характеризуется широкими адаптивными свойствами, о чем свидетельствуют ареалы его возделывания в России. Многообразие погодных условий в течение вегетационного периода позволяет объективно оценить уровень варьирования урожайности зерна. Индекс условий среды по годам варьировал от -4,08 до 2,47. Установили, что наиболее благоприятные условия среды для получения высокой урожайности зерна овса были в 2017 и 2020 г., а наиболее неблагоприятные в 2016 и 2018 г.

Потенциал урожайности овса посевной реализовывал в зависимости условий среды и применения минерального удобрения. Оптимальным считается, когда культура имеет коэффициент адаптации (K_A) больше 1, что свидетельствует о способности давать стабильно высокие урожаи в конкретных условиях произрастания. На дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях запада Брянской области наибольшую адаптацию (K_A = 1,15) наблюдали при использовании минерального удобрения в дозе N₉₀P₉₀K₁₂₀. Применение минерального удобрения повышало потенциал реализации урожайности,

1. Агроклиматические показатели вегетационного периода

| Год | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Месяц | | | | | | | |
| Температура воздуха, °С | | | | | | | |
| Апрель | 7,9 | 9,1 | 9,9 | 10,4 | 9,2 | 9,2 | 8,9 |
| Май | 16,5 | 14,9 | 18,0 | 17,8 | 13,1 | 18,4 | 13,5 |
| Июнь | 20,0 | 19,1 | 19,8 | 23,5 | 23,6 | 19,6 | 20,1 |
| Июль | 20,3 | 19,7 | 21,1 | 19,1 | 20,8 | 21,0 | 21,0 |
| Август | 21,6 | 20,9 | 22,0 | 18,5 | 20,8 | 21,4 | 20,8 |
| Среднее за вегетацию | 17,2 | 16,7 | 18,1 | 17,8 | 17,5 | 17,9 | 16,8 |
| Количество выпавших осадков, мм | | | | | | | |
| Апрель | 18,4 | 12,7 | 23,9 | 4,8 | 7,4 | 28,4 | 22,9 |
| Май | 47,4 | 13,4 | 13,3 | 49,4 | 107,7 | 47,4 | 23,3 |
| Июнь | 38,5 | 16,6 | 78,9 | 79,2 | 73,9 | 36,5 | 88,9 |
| Июль | 59,3 | 157,0 | 95,6 | 43,5 | 50,5 | 49,3 | 75,6 |
| Август | 39,8 | 37,1 | 13,6 | 67,5 | 47,4 | 59,8 | 23,6 |
| Сумма за вегетацию | 203,4 | 236,8 | 225,3 | 244,4 | 286,9 | 221,4 | 234,3 |

при этом наблюдали, что оптимальное соотношение азота к калию в минеральном удобрении было как 1 к 1,3. Видимо сказывается недостаток калия в почве (табл. 2).

Коэффициент вариации (V) урожайности зерна овса колебался от 5,5 до 14,1% в зависимости от погодных условий и систем удобрения. По методике опытного дела принято считать изменчивость незначительной, если $V < 10\%$, средней, если $10\% < V < 20\%$, и значительной, если $V > 20\%$ [15]. Природно-климатические условия запада Брянской области влияют на изменения урожайности зерна овса средне ($V = 14,1\%$), применение препарата Альбит и минерального удобрения снижает этот показатель. При соотношении в минеральном удобрении калия к азоту больше 1,6 изменчивость урожайности будет средняя. Синергизм между минеральным удобрением и условиями среды был обусловлен снижением изменчивости урожайности зерна даже в неблагоприятных условиях (табл. 2).

Показатель стрессоустойчивости ($y_{\min} - y_{\max}$) имеет отрицательное значение, чем меньше разрыв максимальной и минимальной урожайности, тем выше стрессоустойчивость растений. Стрессо-

устойчивость овса посевного сорта Скакун в условиях эксперимента находится на уровне $-0,95$. При использовании в технологии возделывания овса посевного азотного удобрения в дозе N_{90} , при соотношении калия к азоту в удобрении не более 1,3 проявляется наибольшая стрессоустойчивость от $-0,56$ до $-0,61$ (табл. 3).

Компенсационная способность гибкости овса посевного отражает показатель средней урожайности в контрастных условиях $(y_{\min} + y_{\max})/2$, при которых, чем выше степень соответствия между культурой и различными факторами среды, тем выше этот показатель. Наибольший показатель средней урожайности в контрастных условиях сформировался при возделывании овса посевного с применением $N_{90}P_{90}K_{120}$ (4,05) и $N_{90}P_{90}K_{90}$ (3,90) (табл. 3).

Наибольшую отзывчивость овса посевного на изменения условий среды обнаружили при применении минерального удобрения в дозах $N_{60}P_{60}K_{120}$ и $N_{90}P_{90}K_{150}$. При дозе $N_{90}P_{90}K_{120}$ показатель урожайности менее всего реагировал на изменения условий среды.

Наиболее ценны те культуры, у которых $b_i > 1$, а Sd^2 стремиться к 0. Они относятся к высокоинтенсив-

2. Урожайность зерна овса посевного в условиях запада Брянской области

| Вариант | Урожайность, т/га | | | | | | | | K_d | V, % |
|-----------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|------|
| | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | средняя | | |
| Без удобрения | 2,88 | 2,63 | 2,14 | 2,59 | 2,75 | 1,93 | 2,28 | 2,46 | 0,70 | 14,1 |
| Альбит | 3,08 | 3,30 | 2,55 | 2,93 | 3,19 | 2,84 | 2,98 | 2,98 | 0,85 | 8,3 |
| $N_{60}P_{60}$ | 3,30 | 3,56 | 2,66 | 3,32 | 3,59 | 3,21 | 3,39 | 3,29 | 0,94 | 9,4 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | 3,41 | 3,78 | 2,74 | 3,64 | 3,78 | 3,39 | 3,58 | 3,47 | 0,99 | 10,4 |
| $N_{60}P_{60}K_{90}$ | 3,48 | 3,96 | 3,24 | 3,69 | 3,89 | 3,48 | 3,67 | 3,63 | 1,04 | 6,9 |
| $N_{60}P_{60}K_{120}$ | 3,22 | 3,68 | 2,85 | 3,74 | 3,96 | 3,69 | 3,93 | 3,58 | 1,02 | 11,3 |
| $N_{90}P_{90}$ | 3,54 | 3,82 | 3,41 | 3,78 | 3,94 | 3,51 | 3,97 | 3,71 | 1,06 | 6,0 |
| $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 3,60 | 4,14 | 3,85 | 3,86 | 4,16 | 3,89 | 4,19 | 3,96 | 1,13 | 5,5 |
| $N_{90}P_{90}K_{120}$ | 3,74 | 4,35 | 4,24 | 3,81 | 3,97 | 3,96 | 4,18 | 4,04 | 1,15 | 5,6 |
| $N_{90}P_{90}K_{150}$ | 3,24 | 3,97 | 3,29 | 4,21 | 4,29 | 4,08 | 4,43 | 3,93 | 1,12 | 12,1 |
| HCP_{05} | | | | | | | | 0,23 | | |
| Средняя за год | 3,35 | 3,72 | 3,10 | 3,56 | 3,75 | 3,40 | 3,66 | | | |
| Индекс условий среды | -1,56 | 2,14 | -4,08 | 0,52 | 2,47 | -1,07 | 1,55 | | | |

3. Стрессоустойчивость и адаптивность овса посевного в условиях запада Брянской области

| Вариант | $Y_{\min} - Y_{\max}$ | $(Y_{\min} + Y_{\max})/2$ | d | bi | Sd ² |
|--|-----------------------|---------------------------|------|------|-----------------|
| Без удобрения | -0,95 | 2,41 | 33,0 | 0,62 | 11,8 |
| Альбит | -0,75 | 2,93 | 22,7 | 0,87 | 2,2 |
| N ₆₀ P ₆₀ | -0,93 | 3,13 | 25,9 | 1,23 | 1,4 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | -1,04 | 3,26 | 27,5 | 1,44 | 1,5 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ | -0,72 | 3,60 | 18,2 | 1,02 | 0,6 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ | -1,11 | 3,41 | 28,0 | 1,55 | 3,4 |
| N ₉₀ P ₉₀ | -0,56 | 3,69 | 14,1 | 0,88 | 0,8 |
| N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ | -0,59 | 3,90 | 14,1 | 0,68 | 2,6 |
| N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ | -0,61 | 4,05 | 14,0 | 0,10 | 6,1 |
| N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ | -1,19 | 3,84 | 26,9 | 1,61 | 9,8 |

ным, отзывчивы на улучшения условий и характеризуются стабильной урожайностью. Культуры с высокими показателями bi и Sd² менее ценны, так как их высокая отзывчивость сочетается с низкой стабильностью урожая, а культуры, у которых bi < 1 и близкий к 0 показатель Sd², слабо реагируют на улучшение внешних условий, но имеют достаточно высокую стабильность урожайности [14].

Наиболее высокоинтенсивной культурой овес посевной был при применении N₆₀P₆₀K₉₀. Высокая отзывчивость сочетается с низкой стабильностью урожая при применении минерального удобрения в дозах N₆₀P₆₀K₁₂₀ и N₉₀P₉₀K₁₅₀, слабо реагирует на улучшение внешних условий, но имеет достаточно

высокую стабильность урожайности при применении дозы N₉₀P₉₀ (табл. 3).

Таким образом, проведя оценку адаптивных свойств овса посевного по параметрам экологической стабильности и пластичности в зависимости от действия на них минерального удобрения в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв запада Брянской области, используя критерий «урожайность», установили, что увеличение адаптации к условиям среды можно повысить за счет применения минерального удобрения, при этом соотношение в нем элементов питания играет важную роль. Условия запада Брянской области создают среднюю изменчивость урожайности зерна, применение биопрепарата Альбит и минерального удобрения делают ее незначительной, а увеличение соотношения в минеральном удобрении калия к азоту больше 1,6 увеличивает показатель изменчивости до средней. Наибольшую стрессоустойчивость, минимальное значение размаха урожайности в контрастных условиях и стабильность урожая в условиях эксперимента наблюдали при применении минерального удобрения в дозе N₉₀ и соотношении калия к азоту в удобрении не более 1,3. Выявлено, что применение минерального удобрения усиливает стабильность и снижает отзывчивость культур на изменения среды.

Литература

1. Калинов А.Г., Милотина Е.М. Применение минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании ярового ячменя и овса на радиоактивно загрязненной почве // Агротехнический вестник, 2020, № 3. – С. 77-82.
2. Мельникова О.В., Ториков В.Е., Репникова В.И., Мельников Д.М. Принципы ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в условиях юго-запада центрального региона России // Вестник Брянской ГСХА, 2022, № 2. – С. 3-8.
3. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв. – Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2006. – 432 с.
4. Конончук В.В., Штырхунов В.Д., Кабашов А.Д., Тимошенко С.И. Соболев С.В., Назарова Т.В. Производство овса в севообороте в зависимости от технологических факторов и погодных условий в Центральном Нечерноземье // Агротехнический вестник, 2017, № 1. – С. 25-30.
5. Войтович Н.В., Никифоров В.М., Никифоров М.И., Чекин Г.В., Силаев А.Л., Смольский Е.В., Нечаев М.М. Применение хелатов микроэлементов в технологии возделывания яровой пшеницы // Земледелие, 2019, № 6. – С. 25-27.
6. Чесалин С.Ф., Смольский Е.В., Нечаев М.М. Реализация потенциала продуктивности кормовых культур в условиях запада Брянской области // Вестник НГАУ, 2021, № 1. – С. 64-74.
7. Мамеев В.В., Ториков В.Е. Роль сорта в повышении эффективности производства зерна озимой пшеницы в условиях серых лесных почв Брянской области // Аграрный вестник Верхневолжья, 2020, № 1. – С. 55-62.
8. Ториков В.Е., Котиков М.В., Осипов А.А., Седов В.В. Адаптивный и продуктивный потенциал сортов картофеля нового поколения // Вестник Брянской ГСХА, 2020, № 3. – С. 26-32.
9. Чесалин С.Ф., Шаповалов В.Ф., Малякко Г.П., Смольский Е.В., Харкевич Л.П. Радиоэкологическая оценка калийных удобрений в кормопроизводстве в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС // Плодородие, 2021, № 5(122). – С. 90-94.
10. Аверин В.С., Подоляк А.Г. Роль защитных мероприятий для снижения доз облучения населения и получения нормативно чистой сельскохозяйственной продукции // Белорусское сельское хозяйство, 2010, № 4. – С. 18-22.
11. Белоус Н.М., Подоляк А.Г., Карпенко А.Ф., Смольский Е.В. Эффективность защитных мероприятий при реабилитации кормовых угодий России и Беларуси, загрязненных после катастрофы на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиэкология, 2016, Т. 56, № 4. – С. 405-413.
12. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Journal of Crop Science and Biotechnology, 1966, Vol. 6, № 1. – P. 36-40.
13. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН, 2005, № 6. – С. 49-53.
14. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Исламгулов Д.Р. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2011. – 99 с.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
16. Воробьев Г.Т. Почвы Брянской области. – Брянск: Грани, 1993. – 160 с.