

УДК 633.13 + 631.816 (470.31)

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ ОВСА ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ ВНЕСЕНИЯ АЗОТА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Усанова З.И., Васильев А.С., Бабич Н.В.

ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»,  
Тверь, e-mail: [rastenievodstvo@mail.ru](mailto:rastenievodstvo@mail.ru)

В результате комплексных исследований, выполненных на дерново-среднеподзолистой супесчаной хорошо окультуренной почве в многофакторном полевом опыте в севообороте кафедры общего земледелия и растениеводства Тверской ГСХА, установлено, что для получения программируемых урожаев высококачественного зерна овса необходимо вносить расчетные дозы азота в полном объеме в подкормку или по 1/2 дозы до посева и по вегетирующим растениям в подкормку. При этом в первом случае наиболее приемлемым для внесения азота является период от 11 до 22 микрофазы, а во втором – от 11 до 30 микрофазы по коду ВВСН. Данные варианты системы удобрения овса обеспечивают реализацию программы на 92,5–97,7% от планируемого уровня с условно чистым доходом до 10,48 тыс. руб./га при рентабельности производства зерна 72,3%. Наибольшим вкладом в формирование продуктивности посевов овса по результатам корреляционно-регрессионного анализа характеризуются из элементов структуры урожая – число зерен в метелке и масса зерна с соцветия, из показателей фотосинтетической деятельности – фотосинтетический потенциал посева.

**Ключевые слова:** овес, азотные удобрения, подкормка, срок внесения, урожайность, качество урожая, фотосинтетическая деятельность, структура урожая

## PRODUCTIVITY OF CROPS OATS AT DIFFERENT DEADLINES OF NITROGEN APPLICATION ON SOD-PODZOLIC SOIL OF CENTRAL NECHERNOZEMYE

Usanova Z.I., Vasilev A.S., Babich N.V.

FGBOU VO «Tver State Agricultural Academy», Tver, e-mail: [rastenievodstvo@mail.ru](mailto:rastenievodstvo@mail.ru)

As a result comprehensive studies carried out on sod medium podzolic loamy sand well cultivated soil in multivariable field experiment in crop rotation of the Department General Agriculture and crop production Tver State Agricultural Academy established that for obtaining high-quality programmable harvests grain oats necessary make calculated dose of nitrogen top dressing in full or 1/2 dose before sowing and vegetating plants in the top dressing. At the same time first case, the most appropriate for the application of nitrogen is from 11 to 22 microphases and in the second – from 11 to 30 microphases BBCH code. These embodiments fertilizer system oats ensure realization of the program 92,5–97,7% of the planned level since conditionally disposable income before 10,48 thousand rub./ha at of grain production of profitability of 72,3%. Highest contribution to the formation of productivity sowings of oats on the results of correlation and regression results are characterized by of elements of harvest structure – the number of grains per panicle and grain mass with inflorescences of the indicators of photosynthetic activity – photosynthetic potential seeding.

**Keywords:** oats, nitrogen fertilizers, top dressing, the term of application, productivity, crop quality, photosynthetic activity, the structure of the crop

Переход на экологически безопасные ресурсосберегающие технологии производства зерна требует поиска путей снижения затрат минеральных удобрений, в том числе азотных, при создании высокопродуктивных посевов зерновых культур [7]. Азот является одним из основных, в то же время наиболее подвижных в почве элементов, необходимых для растений [1]. Сроки его внесения должны быть максимально приближены к наиболее важным этапам формирования основных элементов продуктивности растения. Как установила В.В. Церлинг [8], для овса и других зерновых культур голодание (а также ухудшение других факторов роста) до VII этапа органогенеза, а также в течение VIII–XI этапов недопустимо. Приближение сроков внесения азотных удобрений к периоду максимального потребления азота растениями позволяет снизить

непроизводительные потери его через почву и атмосферу, тем самым опасность загрязнения окружающей среды.

**Целью наших исследований** было установление наиболее оптимальных сроков внесения азотных удобрений в технологии возделывания овса посевного при полном и дробном их внесении на дерново-среднеподзолистых супесчаных почвах Центрального Нечерноземья.

### Материалы и методы исследований

Комплексные исследования проведены в полевых опытах в севообороте кафедры общего земледелия и растениеводства Тверской ГСХА в 2008–2011 гг. на окультуренной дерново-среднеподзолистой остаточной карбонатной глееватой почве на морене, супесчаной по гранулометрическому составу. До закладки опытов в почве содержалось: гумуса 1,77–2,10% (по Тюрину), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 242–505 мг/кг и K<sub>2</sub>O – 85–104 мг/кг (по Кирсанову), N<sub>д.р.</sub> – 53,2–63,0 мг/кг (по Корнфил-

ду),  $pH_{\text{соед}}$  – 6,93–7,20. Схема опыта включала следующие факторы: А – фон минерального питания: 1 фон – РК, 2 фон – РК + 1/2 N от расчетной дозы удобрений до посева, В – сроки внесения азота по схеме (табл. 1).

Учетная площадь делянки 2-го порядка – 35,6 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Размещение вариантов – расчепленными делянками в рандомизированных блоках. Объект исследований – сорт овса Буг.

**Таблица 1**

Влияние сроков внесения азота на формирование урожайности овса, среднее за 4 года

№ п/п	Вариант		Урожайность зерна, т/га	Число, шт./м <sup>2</sup>		Метелка	
	А – фон	В – срок внесения азота		растений к уборке	продуктивных побегов	число зерен, шт.	масса зерна, г
1	Без удобрений		2,03	320	367	17,9	0,562
2	РК	Фон	2,19	310	348	22,7	0,731
3		N до посева	2,72	348	417	23,7	0,735
4		N по всходам	3,19	326	382	28,1	0,982
5		N через 6 дней после всходов	3,24	334	427	25,7	0,846
6		N через 12 дней после всходов	2,83	354	418	21,9	0,731
7		N через 18 дней после всходов	2,95	367	429	23,9	0,791
8		N через 24 дня после всходов	2,63	340	440	22,7	0,667
В среднем по фону			2,72	337	404	23,3	0,756
9	Без удобрений		2,07	315	367	18,2	0,585
10	РК + 1/2N	Фон	2,42	346	395	20,2	0,613
11		N до посева	2,76	342	420	24,6	0,762
12		N по всходам	3,42	390	492	26,9	0,897
13		N через 6 дней после всходов	3,14	384	436	26,3	0,845
14		N через 12 дней после всходов	3,33	365	410	29,0	0,942
15		N через 18 дней после всходов	3,08	368	419	27,4	0,831
16		N через 24 дня после всходов	2,81	337	404	24,6	0,764
В среднем по фону			2,88	356	418	24,7	0,780
НСР <sub>05</sub> частных различий – 0,34 т/га							
НСР <sub>05</sub> по фактору А – 0,23 т/га							
НСР <sub>05</sub> по фактору В – 0,27 т/га							
НСР <sub>05</sub> взаимодействий АВ – 0,29 т/га							

Расчет доз удобрений проводился по выносу на запрограммированный уровень урожая 3,5 т зерна с 1 га балансовым способом – по методике М.К. Каюмова, 1989 [4]. Расчетные нормы удобрений составляли  $N_{79-90} P_0 K_{78-86}$ .

Уровень агротехнологий (согласно «Федеральному регистру», 1999) овса соответствовал интенсивному. Предшественник овса – вико-овсяная смесь на зерно.

Погодные условия в годы исследований были различными. Так, ГТК по Селянинову был следующим: 2008 г. – 2,33 (норма – 1,69); 2009 г. – 1,57 (норма – 1,58); 2010 г. – 0,58 (норма – 1,55); 2011 г. – 1,49 (норма – 1,54). Таким образом, два года из четырех проведения полевых опытов обеспеченность гидро-термическими ресурсами была близка к норме, один год характеризовался избыточным, а один слабым увлажнением.

Наблюдения и определения в опытах проводили по общепринятым методикам: густоту стояния, полевую всхожесть, сохранность, общую выживаемость – В.В. Гриценко, З.М. Калюшина [2]; показатели фотосинтетической деятельности растений в посе-

вах – И.С. Шатилов, М.К. Каюмов [5]; анализ структуры урожая – З.И. Усанова [6]; учет урожая поделочно с помощью комбайна «Сампо-130»; содержание белка – ГОСТ 10846-91; статистическая обработка данных наблюдений и учетов – Б.А. Доспехов [3].

### Результаты исследований и их обсуждение

Нашими исследованиями подтверждено, что овес является влаголюбивой культурой и существенно снижает свою продуктивность при ухудшении водного режима. Так, более высокая урожайность (3,31–3,85 т/га) овса получена в годы с повышенной и нормальной влагообеспеченностью посевов. В эти годы распределение осадков в течение вегетации было благоприятным для формирования элементов продуктивности растений и посева, а также для хода продукционного процесса.

Выявлено, что деление дозы азота на два внесения – 1/2 до посева и 1/2 в подкормку – не способствует существенному росту урожайности овса (табл 1). Прибавки урожая к фону с внесением всей дозы азота до посева в среднем по опыту составила 0,16 т/га, или 5,9% (НСР<sub>05</sub> – 0,23 т/га), а в варианте РК + 1/2 N к фону РК – 0,23 т/га, или 10,5%.

Внесение всей дозы азота до посева обеспечило прибавку урожая к фону РК 0,53 т/га (24,3%), а половинной дозы азота к фону РК + 1/2 N – 0,34 т/га (14,0%) при средней урожайности в первом случае 2,72, во втором – 2,76 т/га.

Подкормка полной дозой азота по вегетирующим растениям на фосфорно-калийном фоне позволила сформировать максимальную урожайность, в среднем за 4 года, 3,24 т/га, а половинной дозой на фоне РК + 1/2 N – 3,42 т/га, что на 0,18 т/га (5,5%) выше, чем в первом случае.

Перенос всей дозы азота в подкормку оказывает положительное действие на величину урожайности лишь при проведении ее в период от всходов до начала кущения. В свою очередь дробное внесение азота удлиняет период эффективного использования азота – от всходов до начала выхода в трубку.

Исследования подтвердили целесообразность внесения азота по вегетирующим растениям – в подкормку. При этом выявлена зависимость урожайности от срока азотной подкормки. Наиболее эффективными являются подкормки в ранние фазы развития растений, совпадающие с III–IV этапами органогенеза, когда проходит дифференциация зачаточного соцветия, формируются элементы продуктивности – длина метелки, число колосков в соцветии. Прибавки урожая при этих сроках азотных подкормок относительно варианта с внесением азота до посева составили на 1-м фоне 0,47–0,52 т/га (17,3–19,1%), на 2-м фоне 0,38–0,66 т/га (13,8–23,9%).

Максимальная урожайность овса в среднем за 4 года сформирована при внесении полной дозы азота (1 фон) при подкормке через 6 дней после всходов 3,24 т/га, а при дробном внесении азота (2 фон) при подкормках по всходам и через 12 дней после всходов – 3,42 и 3,33 т/га. Таким образом, программа получения урожайности в лучших вариантах на первом фоне реализована на 92,5%, а на втором фоне на 97,7 и 95,1%.

Азотная подкормка повышает сохранность растений от всходов до уборки и за счет этого густоту стояния к уборке. Наибольшее положительное влияние на эти по-

казатели оказало на 1-м фоне (РК) внесение азота на 12 и 18 день от всходов, а на 2-м (РК + 1/2 N) – по всходам и на 6-й день от всходов. Преимущество по сохранности и густоте стояния к уборке имели варианты технологии с дробным внесением азота: 1/2 до посева + 1/2 в подкормку. Так, при подкормке по всходам и через 6 дней после всходов сохранность растений на этом фоне составила 81,8 и 81,0%, общая выживаемость – 65,0 и 64,0%, густота стояния перед уборкой – 390 и 384 шт./м<sup>2</sup>, тогда как в вариантах 1-го фона (вся доза N в подкормку) эти показатели были меньше: сохранность 75,6 и 76,8%, общая выживаемость 59,0 и 61,2%, густота стояния 354 и 367 шт./м<sup>2</sup>. В целом по 2-му фону все эти показатели были выше, чем по 1-му фону: сохранность на 6,5%, общая выживаемость на 3,1%, густота стояния на 19 шт./м<sup>2</sup>.

Продуктивность посева определяется структурой урожая, на формирование которой оказывают влияние многие факторы, в числе которых наибольшую значимость имеет обеспеченность растений минеральным питанием, особенно азотом.

Результаты исследований показали, что наиболее оптимальными характеристиками обладали посевы овса, при создании которых внесение азота проводилось либо дробно, либо полностью по вегетирующим растениям. На фоне внесения полной дозы азота по вегетирующим растениям лучшие показатели структуры урожая сформированы при подкормке азотом через 6 дней после всходов (начало кущения), а на втором фоне (дробное внесение азота) – по всходам и через 12 дней после всходов (полное кущение – начало выхода в трубку). Это подтверждает выводы В.В. Церлинг [8], что раннее азотное голодание овса приводит к резкому сокращению количества колосков в метелке. Параметры структуры урожая в указанных вариантах обеспечили почти 100%-е достижение программируемого урожая и характеризовались следующими значениями: число продуктивных побегов – 427–492 шт./м<sup>2</sup>, число зерен в соцветии – 25,7–29,0 шт., масса зерна с соцветия – 0,846–0,942 г, масса 1000 зерен – 33,52–33,86 г.

Наиболее продуктивное соцветие в опыте сформировано при подкормке полной дозой азота в фазу всходов: длина – 13,4 см, число зерен – 28,1 шт., масса зерна – 0,982 г. Это свидетельствует о том, что усиление азотного питания на ранних этапах развития (11–12 микрофазы по коду ВВСН) способствует в дальнейшем улучшению генеративного развития овса и повышению продуктивности посева как фотосинтезирующей системы.

Урожайность является результатом фотосинтетической деятельности растений в посевах. Нами исследована зависимость формирования площади листьев и фотосинтетического потенциала посева от сроков внесения азота в агротехнологии овса (табл. 2). В результате выявлена та же закономерность по влиянию сроков внесения азота на формирование площади листьев и ФПП, как на создание структуры урожая. Так, наибольшие показатели: площадь листьев как средняя, так и максимальная, ФПП и производительность ФПП отмечены при сроках подкормки на 1-м фоне в период от всходов до 6 дней после всходов (от 11 до 22 микрофазы по коду ВВСН), на 2-м фоне

от всходов до 12 дней после всходов (от 11 до 30 микрофазы по коду ВВСН). Дробное внесение несколько расширяет временные границы эффективного применения азота. Отмеченные варианты опыта характеризуются следующим приростом показателей фотосинтетической деятельности, относительного варианта азот до посева: средняя площадь листьев от 0,9 до 3,4 тыс. м<sup>2</sup>/га, максимальная площадь листьев от 4,7 до 6,6 тыс. м<sup>2</sup>/га, ФПП от 0,086 до 0,312 млн м<sup>2</sup>/га, производительность ФПП от 0,08 до 0,15 кг. Внесение азотных удобрений по вегетирующим растениям имеет преимущество по производительности ФПП перед допосевным практически во всех вариантах подкормок.

**Таблица 2**

Влияние сроков внесения азота на показатели фотосинтетической деятельности, экономической эффективности возделывания и качества зерна овса

№ п/п	Вариант		Среднее за 2 года		Среднее за 4 года		
	А – фон	В – срок внесения азота	Фотосинтетический потенциал посева (ФПП), млн м <sup>2</sup> ·сутки/га	Производительность ФПП, кг зерна на 1 тыс. ед. ФПП	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %	Содержание белка в зерне, %
1	Без удобрений		1,582	1,64	6,23	72,6	9,29
2	РК	Фон	1,720	1,59	5,42	51,3	9,79
3		N до посева	2,120	1,67	6,08	44,1	10,39
4		N по всходам	2,377	1,77	8,98	62,8	11,24
5		N через 6 дней после всходов	2,317	1,75	9,31	64,9	11,74
6		N через 12 дней после всходов	2,047	1,68	6,65	47,4	11,65
7		N через 18 дней после всходов	2,076	1,75	7,43	52,6	11,89
8		N через 24 дня после всходов	1,947	1,73	5,35	38,6	11,84
В среднем по фону			2,023	1,70	6,93	54,3	10,98
9	Без удобрений		1,619	1,65	6,49	75,3	9,62
10	РК + 1/2N	Фон	1,929	1,65	5,52	45,5	10,45
11		N до посева	2,190	1,66	6,34	45,9	10,54
12		N по всходам	2,502	1,81	10,48	72,3	11,14
13		N через 6 дней после всходов	2,276	1,79	8,66	60,7	11,31
14		N через 12 дней после всходов	2,391	1,78	9,89	68,6	11,70
15		N через 18 дней после всходов	2,195	1,77	8,27	58,2	11,64
16		N через 24 дня после всходов	2,067	1,70	6,52	46,6	11,34
В среднем по фону			2,146	1,73	7,77	59,1	10,97

Примечание. Стоимость 1 т зерна 6,00 тыс. руб., 1 т соломы 1,00 тыс. руб. (данные ФГБУ «Спеццентрчет в АПК»).

Среди показателей качества большую ценность имеет содержание белка. Нами выявлено существенное влияние срока подкормки азота на белковость зерна. Так, содержание белка в зерне увеличилось на 1-м фоне на 0,85–1,45%, на 2-м фоне на 0,6–1,16%. Выявлена закономерность: повышение белковости зерна с увеличением продолжительности периода от всходов до подкормки (на 12–18 день). В целом по опыту внесение всей дозы азота в подкормку увеличивает содержание белка в зерне, в среднем на 0,40%. В вариантах с более высокой урожайностью овса белковость зерна в сравнении с внесением всей или половинной дозы азота до посева возрастает на 1,35 и 1,16%.

Оценка долевого участия факторов опыта в формировании урожайности овса показала, что во все анализируемые годы доминирует фактор В – срок внесения азота, его вклад составляет 77,91–96,03%, что подтверждает важность исследуемого агроприема при создании высокопродуктивных посевов овса. Участие фактора А – фона минерального питания и взаимодействия факторов АВ является менее существенным.

Корреляционно-регрессионный анализ выявил сильную зависимость урожайности овса от показателей структуры урожая и фотосинтетической деятельности растений в посевах. При этом урожай зерна в наиболее тесной связи находится с числом зерен в метелке ( $r = 0,909$ ), массой зерна с метелки ( $r = 0,906$ ), а также со средней и максимальной площадью листьев, фотосинтетическим потенциалом посева ( $r = 0,989–0,990$ ).

Эффективность агротехнологий определяется их экономической оценкой. Результаты ее показали, что более экономически целесообразным является внесение азота в подкормку: полной дозой – через 6 дней после всходов, половинной – по всходам и через 12 дней после всходов. Данные варианты технологии обеспечили получение наивысшего условно чистого дохода (9,31–10,48 тыс. руб./га) при максимальном уровне рентабельности производства (64,9–72,3%) и наименьшей себестоимости 1 т зерна (3,81–3,98 тыс. руб.). По уровню рентабельности и себестоимости зерна более эффективными на обоих фонах являются варианты без удобрения. Однако они снижают условно чистый доход по сравнению с лучшими вариантами на 49,4–51,2%.

### Заключение

Таким образом, создание высокопродуктивных посевов овса на дерново-подзолистых супесчаных почвах возможно при улучшении азотного питания растений за счет приближения сроков его внесения к максимальному и наиболее производительному потреблению его посевом.

В условиях Центрального Нечерноземья для получения программируемых урожаев высококачественного зерна овса необходимо вносить расчетные дозы азота в полном объеме в подкормку или по 1/2 дозы до посева и по вегетирующим растениям в подкормку. При этом в первом случае наиболее приемлемым для внесения азота является период от 11 до 22 микрофазы, а во втором – от 11 до 30 микрофазы по коду ВВСН. Данные варианты системы удобрения овса обеспечивают реализацию программы на 92,5–97,7% от расчетного уровня урожая, получение условно чистого дохода до 10,48 тыс. руб./га с уровнем рентабельности производства зерна 72,3%.

### Список литературы

1. Агрохимия: учебник / под ред. академика В.М. Кличковского и профессора А.В. Петербургского. – М.: Колос, 1964. – 527 с.
2. Гриценко В.В., Калошина З.М. Семеноведение полевых культур: учебник. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 368 с.
5. Постановка опытов и проведение исследований по программированию урожайности полевых культур: метод. реком. под общей ред. И.С. Шатиловой, М.К. Каюмова. – М.: ВАСХНИЛ, 1978. – 91 с.
6. Усанова З.И. Методика выполнения научных исследований и курсовой работы по растениеводству: учебное пособие. – Тверь, 2002. – 64 с.
7. Усанова З.И., Васильев А.С. Создание высокопродуктивных посевов овса в Верхневолжье при внесении азота по вегетирующим растениям // Вестник Саратовского государственного университета имени Н.И. Вавилова. – 2012. – № 7. – С. 46–50.
8. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

### References

1. Agrokimiya / Tutorial. Edited by Academician V.M. Klichkovskogo and professors A.V. Peterburgskogo. M.: Kolos, 1964. 527 p.
2. Gritsenko V.V., Kaloshina Z.M. Seed Field Crops / Tutorial. M.: Kolos, 1984. 272 p.
3. Dospikhov B.A. The technique of field experience (with the basics of statistical processing of the results of research). 5th ed. Extras. and rev. M.: Agropromizdat, 1985. 351 p.
4. Kayumov M.K. Programming productivity of field crops: a handbook. M.: Rosagropromizdat, 1989. 368 p.
5. Formulation of experiments and research on programming-crop yields of field crops / method. recomm. under the general editorship. I.S. Shatilova, M.K. Kayumova. M.: VASKHNIL, 1978. 91 p.
6. Usanova Z.I. Methods of research and course work in horticulture / Tutorial. Tver, 2002. 64 p.
7. Usanova Z.I., Vasilev A.S. Creation of highly oats in Verhnevolzhja by paying nitrogen vegetating plants // Herald Saratov gosagrouniversity named after N.I. Vavilova. 2012. no. 7. pp. 46–50.
8. Tserling V.V. Diagnosis of food agricultural crops / Directory. M.: Agropromizdat, 1990. 235 p.

### Рецензенты:

Фирсов С.А., д.б.н., профессор, директор, ФГБУ ЦАС «Тверской», г. Тверь;  
Рабинович Г.Ю., д.б.н., профессор, заведующая отделом биотехнологий, ФГБНУ ВНИИМЗ, Тверская обл., Калининский район, п. Эммаус.

Работа поступила в редакцию 28.12.2014.