

## ВЫНОС АЗОТА И ФОСФОРА СОЛОМОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ХИМИЗАЦИИ

### SOIL NITROGEN AND PHOSPHORUS YIELD BY WHEAT PLANTS UNDER MINIMUM TILLAGE AND VARIOUS LEVELS OF CHEMICAL APPLICATION

**Ключевые слова:** чернозём выщелоченный, система основной обработки, минимизация, средства химизации, пшеница, вынос, азот, фосфор, урожай.

В многолетнем стационарном полевом опыте на чернозёме выщелоченном Новосибирского Приобья изучаемые системы основной механической обработки не оказывали влияния на потребление азота и фосфора соломой яровой пшеницы сорта Новосибирская 29. Комплекс средств химизации значительно повышал вынос этих элементов, что наиболее отчётливо прослеживалось в поле заключительной пшеницы зернопарового севооборота: пар-пшеница-пшеница-пшеница.

**Keywords:** leached chernozem, tillage system, tillage minimization, chemical inputs, wheat, nitrogen and phosphorus yield, crop yield.

Long-term research findings obtained in a permanent field experiment on leached chernozem in the Novosibirsk Region's Ob River area are presented. The studied basic tillage systems did not affect the yield of nitrogen and phosphorus by spring wheat of the variety Novosibirskaya 29. The chemicals significantly increased the removal of these minerals; which was most clearly traced in the field of the final wheat of a cereal-fallow crop rotation: fallow-wheat-wheat-wheat.

**Синещеков Виктор Ефимович**, д.с.-х.н., гл. н.с., зав. лаб. агротехнологий, Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл. E-mail: sivi\_01@mail.ru.

**Ткаченко Галина Ивановна**, к.с.-х.н., вед. н.с., Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл. E-mail: sivi\_01@mail.ru.

**Sineshchekov Viktor Yefimovich**, Dr. Agr. Sci., Chief Staff Scientist, Head of Lab., Siberian Research Institute of Arable Farming and Agriculture Chemization, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk Region. E-mail: sivi\_01@mail.ru.

**Tkachenko Galina Ivanovna**, Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Siberian Research Institute of Arable Farming and Agriculture Chemization, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk Region. E-mail: sivi\_01@mail.ru.

#### Введение

Важнейшим диагностическим показателем потребности сельскохозяйственных культур в минеральном питании является вынос элементов индивидуальным растением. Установлено, что вынос питательных веществ урожаем зависит от целого ряда факторов: почвенные условия, продуктивность биотипа, гидротермический режим в период вегетации [1-4]. В настоящее время остаётся недостаточно изученным вынос основных элементов питания растениями в условиях адаптивно-ландшафтных систем земледелия, в частности, при минимизации основной обработки на разных фонах использования химических средств интенсификации в лесостепи Новосибирского Приобья.

**Цель исследований** – изучить вынос азота и фосфора соломой яровой пшеницы сорта Новосибирская 29 при разных системах основной обработки почвы и разных уровнях химизации в четырёхпольном зернопаровом севообороте на чернозёме выщелоченном лесостепи Новосибирского Приобья.

#### Методика исследования

Исследования по выносу макроэлементов соломой яровой пшеницы при минимизации основной обработки чернозема выщелоченного проводили в период 2013-2015 гг. в многофакторном стационарном полевом опыте в СибНИИЗиХ Сибирского Федерального научного Центра агробио-

технологий РАН на территории ОПХ «Элитное» Новосибирской области (центрально-лесостепная подзона). Чередование культур в севообороте следующее: пар-пшеница-пшеница-пшеница. Варианты механической обработки почвы в полях севооборота: 1) вспашка в пару на 25-27 см, под вторую и третью пшеницу после пара на 20-22 см; 2) безотвальная обработка стойками СибИМЭ в пару на 25-27 см, под вторую и третью культур после пара на 20-22 см; 3) минимальная обработка осуществлялась культиватором «Степняк» на глубину 10-12 см под все культуры; 4) «Нулевая» обработка – без зяблевой обработки [5].

Поперек основных обработок по принципу расщеплённых делянок накладывались варианты с применением химических средств интенсификации: 1) экстенсивный фон (без средств химизации площадью 130 м<sup>2</sup>); 2) интенсивный фон (Фосфорные удобрения в пар в дозе Р120 на ротацию севооборота, N60 под вторую и N90 под третью культуры севооборота + гербициды + фунгициды + инсектициды площадью по 936 м<sup>2</sup> (13\*72 м). На этом фоне в посевах яровой пшеницы в фазу кущения против мятликовых сорных растений применяли Пуму-Супер, а против двудольных в разные годы – Гранстар, Эллант-Премиум или Диален. В паровом поле на интенсивном фоне одну механическую обработку заменяли гербицидом (Раундап).

Климат территории Западной Сибири резко континентальный, что проявляется в больших амплитудах и резкой смене температур между самым холодным и самым теплым месяцами. Средняя температура самого холодного месяца, января, – -21°С, самого теплого, июля, – +17...+20°С. Абсолютный минимум -46°С, максимум +39°С [6]. Сумма положительных температур выше 10°С за период вегетации – 1770-1860°С. Безморозный период составляет 110-115 дней. Рассматриваемая территория относится к зоне неустойчивого увлажнения. Зимние осадки составляют в среднем 30-40% годового количества. Сумма осадков за год – 390-450 мм, в том числе за теплый период (май-сентябрь) – 60-70%. Максимум их приходится на июль-август, а минимум – на май-июнь,

что нередко обуславливает атмосферную и почвенную засуху.

С учетом количества атмосферных осадков за сентябрь-апрель и коэффициента увлажнения за июнь-июль годы исследований сгруппировали по 2 типам увлажнения. 2013 и 2015 гг. были с умеренным увлажнением вегетационного периода и 2014 г. – с умеренно дефицитным увлажнением. В среднем за весь период исследования коэффициент увлажнения за июнь-июль ( $K_u$ ) составил 1,14, а количество атмосферных осадков за сентябрь-апрель – 298 мм; в 2014 г. – 0,93 и 254 мм соответственно. Следовательно, в годы исследований (2013-2015 гг.) сложились в основном благоприятные метеорологические условия для вегетации зерновых культур.

Почвы под опытами – чернозёмы выщелоченные среднесуглинистые, имеющие следующие агрохимические показатели слоя 20 см: содержание гумуса составляет 6,0%, общего азота – 0,34%, валового фосфора – 0,30%, подвижного фосфора (по Чирикову) – 20, калия – 9,7 мг/100 г почвы.

Озоление растительного материала проводили концентрированной серной кислотой с добавлением 27%-ного раствора перекиси водорода [7]. В образцах соломы яровой пшеницы в одной вытяжке после озоления определяли фотоколориметрически азот с использованием реакции индофенольной зелени, фосфор – ванадомolibдатным методом.

### Результаты и их обсуждение

Представлены экспериментальные данные по содержанию и выносу азота и фосфора соломой, а также продуктивности пшеницы в полях зернопарового севооборота на разных вариантах опыта (табл.).

Анализ содержания азота (0,61-0,75%) и фосфора (0,15-0,17%) в соломе пшеницы по пару показали, что системы основной механической обработки почвы не влияли на накопление растениями этих элементов из почвы. На вспашке и в вариантах минимизации процентное содержание данных элементов в соломе было примерно оди-

наковым. Обусловлено это благоприятными условиями питания, прежде всего достаточным содержанием минерального азота в почве, а также незначительной засоренностью посевов, что характерно для парового предшественника. В исследованиях других авторов на выщелоченном чернозёме лесостепи Приобья также не отмечено влияния длительного использования различных приемов основной обработки почвы на вынос азота растениями овса [8]. При этом предшественник, уровень применения удобрений имели существенное значение в формировании питания растений.

При выращивании пшеницы без средств химизации не отмечалось существенных различий по выносу азота (19,6-21,6 кг/га) и фосфора (4,8-5,3 кг/га) из почвы соломой по изучаемым

способам подготовки пара. На интенсивном фоне по этому предшественнику наблюдалось значительное увеличение выноса азота (28,8-31,2) и фосфора (6,1-6,7 кг/га) с соломой пшеницы по сравнению с экстенсивным. Исследования, выполненные нами ранее [9], свидетельствуют о высоком накоплении доступных форм азота и фосфора во всех вариантах подготовки пара, которого достаточно для формирования высокого урожая. О большом влиянии интенсификации земледелия на урожайность яровой пшеницы в Новосибирском Приобье свидетельствуют результаты сибирских исследователей [10]. Так, сбор зерна пшеницы за 2007-2010 гг. на выщелоченном чернозёме составил по пару на контроле 3,04 т/га, в нормальных технологиях – 3,47, в интенсивных – 5,19 т/га.

Таблица

**Вынос основных элементов питания соломой яровой пшеницы сорта Новосибирская 29 в зернопаровом севообороте, среднее за 2013-2015 гг.**

Культура в севообороте	Уровень химизации	Система основной обработки	Урожай зерна, ц/га	Азот		Фосфор	
				%	кг/га	%	кг/га
Первая культура после пара	Без средств химизации	Вспашка	34,1	0,61	20,8	0,15	5,1
		Безотвальная	33,3	0,65	21,6	0,16	5,3
		Минимальная	32,2	0,62	20,0	0,15	4,8
		«Нулевая»	31,1	0,63	19,6	0,16	5,0
	Комплекс химизации	Вспашка	42,2	0,74	31,2	0,15	6,3
		Безотвальная	39,7	0,72	28,6	0,17	6,7
		Минимальная	38,4	0,75	28,8	0,16	6,1
		«Нулевая»	38,8	0,74	28,7	0,17	6,6
	НСП <sub>0,95</sub>	Обработка	3,96	0,15	2,82	0,04	1,1
		Химизация	2,76	0,09	2,71	0,03	1,9
Третья культура после пара	Без средств химизации	Вспашка	21,9	0,59	12,9	0,16	3,5
		Безотвальная	19,6	0,52	10,2	0,18	3,5
		Минимальная	18,4	0,55	10,1	0,17	3,1
		«Нулевая»	19,3	0,51	9,8	0,15	2,9
	Комплекс химизации	Вспашка	38,9	0,76	29,6	0,16	6,2
		Безотвальная	38,5	0,76	29,3	0,16	6,2
		Минимальная	37,6	0,81	30,5	0,15	5,6
		«Нулевая»	36,0	0,77	27,7	0,15	5,4
	НСП <sub>0,95</sub>	Обработка	3,1	0,08	3,2	0,03	1,8
		Химизация	1,2	0,10	2,9	0,03	1,6

На заключительной пшенице концентрация фосфора в соломе (0,15-0,18%) не зависела от фонов питания и систем основной обработки. Между тем содержание азота в непродуктивной части урожая было больше на интенсивном фоне (0,76-0,81%), нежели на экстенсивном (0,51-0,59%). При этом на каждом уровне питания растений содержание изучаемых элементов в соломе не зависело от системы основной обработки почвы (табл.).

В соответствии с уровнем урожая закономерно минимальные величины выноса азота биомассой соломы заключительной культуры отмечались на экстенсивном фоне. По вспашке он составил 12,9 кг/га, что существенно больше, чем по почвозащитным обработкам (9,8-10,2 кг/га). Вынос фосфора с соломой заключительной культуры на этом фоне не зависел от систем основной обработки и изменялся в незначительных пределах (2,9-3,5 кг/га). На интенсивном фоне, где благоприятнее условия вегетации, закономерно усиливался вынос азота из почвы с соломой этой культуры. Он составил в среднем 30 кг/га, что практически в 3 раза больше, чем в варианте экстенсивного земледелия. Вынос фосфора в данном случае также почти в 2 раза выше. Указанный рост объема выноса питательных веществ соломой на интенсивном фоне в технологии выращивания замыкающей пшеницы обусловлен оптимальными условиями минерального питания в период вегетации. Внесение  $P_{120}$  в паровом поле на ротацию четырехпольного зернопарового севооборота и  $N_{90}$  перед посевом культуры обеспечили оптимальный азотно-фосфорный баланс в почве. Наряду с этим была оптимизирована фитосанитарная ситуация посевов, а также применялись регуляторы роста. В результате этого урожайность третьей пшеницы составила в среднем 35,8 ц/га, что в 2,3 раза выше в сравнении с экстенсивным фоном (15,3 т/га). При этом не отмечено влияния зяблевой обработки на урожайность зерна.

## Выводы

1. На черноземах выщелоченных лесостепи Новосибирского Приобья системы основной механической обработки не влияли на усвоение соломой азота и фосфора.
2. Средства химизации (удобрения + пестициды) значительно повышали вынос основных макроэлементов непродуктивной частью пшеницы, что наиболее рельефно прослеживалось в поле заключительной культуры четырехпольного зернопарового севооборота.
3. Оставление соломы колосовых культур в полевых севооборотах, регламентированное адаптивно-ландшафтными системами земледелия, способствует снижению объемов отчуждаемой с урожаем основных макроэлементов.

## Библиографический список

1. Осипова Л.В. Потенциальная продуктивность и устойчивость яровой пшеницы к почвенной засухе в зависимости от условий минерального питания: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М.: ВНИИА, 2000. – 40 с.
2. Булгакова Н.Н., Большакова Л.С., Ниловская Н.Т. Влияние дозы азота при разных условиях выращивания пшеницы на усвоение нитрата запасного фонда листа // *Агрехимия*. – 2002. – № 6. – С. 59-65.
3. Логинов Ю.П., Казак А.А., Юдин А.А. Многобиотипные сорта – резерв устойчивости производства зерна яровой пшеницы в Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. – 2013. – № 10. – С. 25-28.
4. Гамзиков Г.П. Агрехимия азота в агроценозах / Рос. акад. с.-х. наук; Сиб. отд-ние; Новосиб. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 790 с.
5. Реестр длительных стационарных полевых опытов государственных научных учреждений Сибирского отделения Россельхозакадемии / Л.Ф. Ашмарина, А.И. Ермохина, Т.А. Галактионова; под общ. ред. акад. Россельхозакадемии Н.И. Кашеварова; Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. – Изд. 1-е. – Новосибирск, 2009. – 285 с.

6. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 156 с.

7. Крищенко В.П., Агеева В.С., Соколова М.Ф. Методические указания по отбору проб растений, определению в них азота, фосфора и калия / ЦИНАО. – М., 1980. – 55 с.

8. Самохвалова Л.М., Колбин С.А., Шарков И.Н. Сравнительная оценка выноса растениями почвенного азота при различном характере предшествующего использования чернозёма выщелоченного в лесостепи Приобья // Междунар. науч.-практ. конф. (г. Новосибирск, 25-28 июня 2008 г.). – Кемерово, 2018. – Т. 1. – С. 129-133.

9. Синещев В.Е., Ткаченко Г.И. Влияние минимизации основной обработки почвы на азотный режим чернозема выщелоченного и продуктивность яровой пшеницы в зернопаровом севообороте // Агрехимия. – М.: Наука, 2016. – № 1. – С. 59-63.

10. Власенко А.Н., Шоба В.Н., Иодко Л.Н., Каличкин В.К. и др. Комплексное использование средств интенсификации при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири: рекомендации / Россельхозакадемия; СибНИИЗиХ. – Новосибирск, 2011. – 39 с.

### References

1. Osipova L.V. Potentsialnaya produktivnost i ustoychivost yarovoy pshenitsy k pochvennoy zasuhe v zavisimosti ot usloviy mineralnogo pitaniya: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – М.: VNIIA, 2000. – 40 s.

2. Bulgakova N.N., Bolshakova L.S., Nilovskaya N.T. Vliyaniye dozy azota pri raznykh usloviyakh vyrashchivaniya pshenitsy na usvoeniye nitrata zapasnogo fonda lista // Aгрokhimiya. – 2002. – № 6. – С. 59-65.

3. Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yudin A.A. Mnogobiotipnye sorta – rezerv ustoychivosti proizvodstva zerna yarovoy pshenitsy v Sibiri // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 10. – С. 25-28.

4. Gamzikov G.P. Aгрokhimiya azota v agrotsenozakh / Ros. akad. s.-kh. nauk, Sib. otd.nie. Novosib. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2013. – 790 s.

5. Reestr dlitelnykh statsionarnykh polevykh opytov gosudarstvennykh nauchnykh uchrezhdeniy Sibirskogo otdeleniya Rosselkhozakademii / Rosselkhozakademiya. Sib. otd.nie, sost.: L.F. Ashmarina, A.I. Yermokhina, T.A. Galaktionova; pod obshch. red. akad. Rosselkhozakademii N.I. Kashevarova. – Izd. 1-e. – Novosibirsk, 2009. – 285 s.

6. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 156 с.

7. Krishchenko V.P., Ageeva V.S., Sokolova M.F. Metodicheskie ukazaniya po otboru prob rasteniy, opredeleniyu v nikh azota, fosfora i kaliya. – М., 1980. – 55 с.

8. Samokhvalova L.M., Kolbin S.A., Sharkov I.N. Sravnitel'naya otsenka vynosа rasteniyami pochvennogo azota pri razlichnom kharaktere predshestvuyushchego ispolzovaniya chernozema vyshchelochennogo v lesostepi Priobya. – Tr. Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – (Novosibirsk 25-28 iyunya 2008 g.). – Kemerovo. – Т. 1. – С. 129-133.

9. Sineshchekov V.Ye., Tkachenko G.I. Vliyaniye minimizatsii osnovnoy obrabotki pochvy na azotnyy rezhim chernozema vyshchelochennogo i produktivnost yarovoy pshenitsy v zernoparovom sevooborote // Aгрokhimiya. – 2016. – № 1. – С. 59-63.

10. Vlasenko A.N., Shoba V.N., Iodko L.N., Kalichkin V.K. i dr. Kompleksnoe ispolzovaniye sredstv intensifikatsii pri vozdeleyvaniy yarovoy pshenitsy v lesostepi Zapadnoy Sibiri: rekomendatsii. Rosselkhozakademiya. SibNIIZiKh. – Novosibirsk, 2011. – 39 s.

