

РОЛЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ОКУПАЕМОСТИ УДОБРЕНИЙ

Г.И. Ваулина, д.с.-х.н., А.М. Алиев, д.с.-х.н., Л.Н. Самойлов, к.б.н., ВНИИА

Приведены данные трёх полевых опытов ВНИИА (Московская обл.) по урожайности и окупаемости удобрений озимой пшеницей и ячменём при использовании комплекса средств химизации. Урожайность пшеницы (Московская 39) достигла 87,7 ц/га, ячменя (сорт Эльф) - 79 ц/га.

Ключевые слова: комплексное применение средств химизации, пшеница озимая, ячмень, урожайность, окупаемость удобрений.

Академик В.Ф. Ладонин отмечал, что интенсификация земледелия нет альтернативы. При этом применение удобрений и средств защиты растений в комплексе является основой интенсивного земледелия, наряду с плодородием почвы и сортами интенсивного типа, причем ведущая роль принадлежит азотному питанию зерновых культур.

В отделе длительных опытов ВНИИА наряду с другими заложен опыт СИ-11/94: «Разработка эффективных систем химизации в полевом севообороте». Опыт проводится на дерново-подзолистой суглинистой почве в трех полях, введенных последовательно в 1994-1996 гг. с целью разработки научных основ комплексного применения доз азотных удобрений (на фоне РК) и систем защиты растений в полевом шестипольном севообороте. Чередование культур в севообороте: 1 - вико-овес + многолетние травы; 2, 3 - многолетние травы 1- и 2-го г.п.; 4 - озимая пшеница (после уборки которой на половине делянки высевается сидеральная культура – горчица белая с последующей заправкой поздней осенью); 5 - кукуруза на зеленую массу; 6 - яровой ячмень.

Опыт трехфакторный, имеет 16 вариантов, повторность трехкратная. Фактор А – четыре градации азота (0, 1, 2, 3). Для каждой культуры дозы азота индивидуальные. Фактор В – четыре системы защиты растений (В₀ – без защиты, В₁ – минимальная система защиты – протравливание семян и обработка посева гербицидами, В₂ - интегрированная система защиты, проводится с учетом порогов вредоносности, В₃ – стандартная система защиты растений). Фактор С – без промежуточной сидеральной культуры – С₀ и с промежуточной культурой (горчицей белой) - С₁.

В настоящее время на всех трех полях опыта идет четвертая ротация шестипольного севооборота. В 2011 г. перед обработкой почвы в конце апреля на всех трех полях проведено очередное известкование - внесена известь из расчета 3,5 т/га. Определение агрохимической характеристики почвы показало, что почва достаточно плодородная, рН 5,8-6,4, содержание гумуса около 2%, подвижного фосфора по Кирсанову 10-19 мг/100 г, калия 14-19 мг/100 г.

Результаты и их обсуждение. Применение гербицидов в опыте значительно (на 80-95%) снижало чис-

ленность и биомассу сорняков. В посевах вико-овсяной смеси и многолетних трав пестициды не применяли. Учет засоренности посевов вико-овсяной смеси и многолетних трав показал, что численность сорняков в варианте В₀ (без защиты) в 2,5-3,5 раза выше, чем в вариантах с применением той или иной системы защиты - В₁, В₂, В₃ вследствие значительного последствия пестицидов, внесенных в посевах озимой пшеницы, кукурузы и ячменя. Проведенные опыты по биоиндикации и посеву промежуточной сидеральной культуры (1996-2015 гг.) показали, что применяемые в опыте системы защиты растений не причиняют вреда микробиологической активности почвы. Установлено, что почвенные процессы в большей степени зависят от погодных условий в период вегетации той или иной культуры. Так, если в среднем за 1996-2015 гг. в варианте РКН₉₀ разложение льняного полотна по блоку В₀ составило 56,5%, а по блокам В₁, В₂, В₃, соответственно, 63,7, 66,4, 63,9 % то в 2015 г. разложение было близко к 100 - 95,1% по блоку В₀ и 95,1, 99,0, и 92,8% по блокам В₁, В₂ и В₃ с применением ХСЗР.

По действию минеральных удобрений и средств защиты растений на пшенице и ячмене отмечен более высокий эффект от применяемых минеральных удобрений по интегрированной системе защиты. В третьей ротации севооборота уровень урожайности озимой пшеницы и ячменя значительно повысился – до 70,0-87,7 ц/га пшеницы и до 70,6-79,3 ц/га ячменя. За период исследований также четко прослеживается роль погодных условий – при засухе 2010 г. даже по интегрированной системе урожай зерна ячменя составил 18,2-34,1 ц/га, а при сильной засухе 1999 г. - всего 5,4-9,8 ц/га (табл. 2).

Использование в опыте интенсивного сорта Московская 39 позволило получить высокую урожайность - 75-87 ц/га с содержанием клейковины 30-37%. Выравненность зерна озимой пшеницы составляет 91-99%, натуры 770-795 г/л, зерна ячменя - 91-98% и 700-725 г/л соответственно, в зависимости от погодных условий периода налива.

Поскольку урожайность возделываемых культур в значительной степени зависит от доз азотных удобрений по фону РК и погодных условий, то окупаемость применяемых под озимую пшеницу и ячмень удобрений прибавкой зерна значительно колеблется по годам исследований. Наиболее высокая окупаемость получена при возделывании культур в годы с благоприятными погодными условиями при обработке посевов ХСЗР. По интегрированной системе защиты растений окупаемость по ячменю составила 35,6-40,9 кг/кг при внесении N₄₅ и 23,7-27,3 кг/кг по N₉₀, по озимой пшенице 14,0-48,9 и 10,5-16,9 кг/кг соответственно (табл. 1, 2).

1. Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на урожайность и окупаемость 1 кг азота прибавкой зерна озимой пшеницы. Опыт СИ-11 (1995-2003гг. сорт Полесская безостая, 2008-2015- Московская 39)

| Система защиты | Доза азота по фону P ₆₀ K ₁₂₀ | 1995-1997 гг. | | 2001-2003 гг. | | 2008 г. | | 2015 г. | |
|-----------------|---|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|
| | | Урожайность, ц/га | Окупаемость 1 кг N, кг зерна | Урожайность, ц/га | Окупаемость 1 кг N, кг зерна | Урожайность, ц/га | Окупаемость 1 кг N, кг зерна | Урожайность, ц/га | Окупаемость 1 кг N, кг зерна |
| Без защиты | N ₀ | 37,8 | - | 16,8 | - | 40,6 | - | 53,0 | - |
| | N ₄₅ | 42,4 | 10,2 | 21,2 | 9,8 | 53,5 | 28,7 | 65,5 | 26,7 |
| | N ₉₀ | 42,3 | 5,0 | 23,7 | 7,7 | 45,9 | 5,9 | 62,9 | 11,0 |
| | N ₁₃₅ | 41,3 | 2,3 | 25,8 | 6,7 | 45,3 | 3,5 | 60,6 | 5,6 |
| Минимальная | N ₀ | 39,4 | - | 29,5 | - | 57,2 | - | 61,8 | - |
| | N ₄₅ | 45,7 | 14,0 | 36,8 | 16,2 | 68,7 | 25,5 | 75,4 | 30,2 |
| | N ₉₀ | 46,8 | 8,2 | 41,2 | 13,0 | 67,8 | 11,8 | 73,4 | 12,9 |
| | N ₁₃₅ | 47,8 | 6,2 | 44,4 | 11,0 | 61,4 | 3,1 | 68,8 | 5,2 |
| Интегрированная | N ₀ | 44,2 | - | 31,1 | - | 61,5 | - | 65,5 | - |
| | N ₄₅ | 50,5 | 14,0 | 42,7 | 25,8 | 75,4 | 30,9 | 87,7 | 48,9 |
| | N ₉₀ | 53,7 | 10,5 | 50,8 | 21,9 | 86,6 | 27,9 | 80,7 | 16,9 |
| | N ₁₃₅ | 52,7 | 6,3 | 54,0 | 17,0 | 77,5 | 11,9 | 72,5 | 5,2 |
| Стандартная | N ₀ | 42,5 | - | 26,9 | - | 55,1 | - | 66,4 | - |
| | N ₄₅ | 47,8 | 11,8 | 39,0 | 26,9 | 69,0 | 30,9 | 81,5 | 33,6 |
| | N ₉₀ | 50,2 | 8,6 | 46,5 | 21,8 | 76,2 | 23,3 | 76,4 | 11,1 |
| | N ₁₃₅ | 53,1 | 7,9 | 50,9 | 17,8 | 79,1 | 17,8 | 73,1 | 5,0 |

2. Окупаемость 1 кг азота прибавкой урожая ячменя (сорт Эльф) в зависимости от уровня применения средств химизации.

Опыт СИ-11, поля 1-3

| Система защиты | Доза азота по фону P ₆₀ K ₁₂₀ | 1999 г. | | 2009 г. | | | 2010 г. | | | 2015 г. | | |
|-----------------|---|-------------------|----------|-------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------|
| | | Урожайность, ц/га | Прибавка | Урожайность, ц/га | Прибавка от N, ц/га | Окупаемость 1 кг N, кг зерна | Урожайность, ц/га | Прибавка от N, ц/га | Окупаемость 1 кг N, кг зерна | Урожайность, ц/га | Прибавка от N, ц/га | Окупаемость 1 кг N, кг зерна |
| Без защиты | N ₀ | 3,4 | - | 41,5 | - | - | 18,5 | - | - | 39,0 | - | - |
| | N ₄₅ | 4,3 | 0,9 | 54,7 | 13,2 | 29,3 | 22,8 | 4,3 | 9,5 | 60,4 | 21,4 | 47,6 |
| | N ₉₀ | 5,6 | 2,2 | 60,0 | 18,5 | 20,6 | 26,9 | 8,4 | 9,3 | 63,3 | 24,3 | 27,0 |
| | N ₁₃₅ | 5,9 | 2,5 | 58,6 | 17,1 | 12,7 | 33,6 | 15,1 | 11,4 | 64,5 | 25,5 | 18,5 |
| Минимальная | N ₀ | 4,5 | - | 47,0 | - | - | 17,2 | - | - | 48,7 | - | - |
| | N ₄₅ | 7,7 | 3,2 | 57,0 | 10,0 | 22,2 | 21,4 | 4,2 | 9,3 | 70,6 | 21,9 | 48,7 |
| | N ₉₀ | 8,2 | 3,7 | 63,6 | 16,6 | 18,4 | 26,3 | 9,1 | 10,1 | 69,8 | 21,1 | 23,4 |
| | N ₁₃₅ | 9,8 | 5,3 | 67,1 | 20,1 | 14,9 | 32,6 | 15,4 | 11,4 | 71,5 | 22,8 | 16,9 |
| Интегрированная | N ₀ | 5,4 | - | 46,5 | - | - | 18,2 | - | - | 51,3 | - | - |
| | N ₄₅ | 7,1 | 1,7 | 62,5 | 16,0 | 35,6 | 22,5 | 5,5 | 12,2 | 69,7 | 18,4 | 40,9 |
| | N ₉₀ | 9,1 | 3,7 | 67,8 | 21,3 | 23,7 | 27,8 | 10,8 | 12,0 | 75,9 | 24,6 | 27,3 |
| | N ₁₃₅ | 9,8 | 4,4 | 74,3 | 27,8 | 20,6 | 34,1 | 17,1 | 12,7 | 79,3 | 28,0 | 20,7 |
| Стандартная | N ₀ | 6,1 | - | 45,8 | - | - | 17,0 | - | - | 48,2 | - | - |
| | N ₄₅ | 8,1 | 2,0 | 63,5 | 17,7 | 39,3 | 22,3 | 5,3 | 11,8 | 69,5 | 21,3 | 47,3 |
| | N ₉₀ | 8,4 | 2,3 | 66,3 | 20,5 | 22,8 | 26,6 | 9,6 | 10,7 | 71,9 | 23,7 | 26,3 |
| | N ₁₃₅ | 10,3 | 4,2 | 70,2 | 24,4 | 18,1 | 32,6 | 15,6 | 11,6 | 72,3 | 24,1 | 17,9 |

По данным полевого опыта ИД-2 – изучение влияния условий минерального питания на урожай и качество зерна сортов озимой пшеницы (Московская 39, Немчиновская 24, Инна, Галина, Полесская безостая) и опыта ИД-1 – изучение отзывчивости сортов ярового ячменя на условия минерального питания (Эльф, Выбор, Челябинский 85) установлено, что наиболее высокоурожайными с высокими технологическими и хлебопекарными качествами оказались сорта озимой пшеницы Московская 39, Немчиновская 24 и сорт ячменя Эльф.

В годы с благоприятными погодными условиями (2007, 2008) при внесении азота в дозе 45 кг/а по фону P₆₀K₆₀ урожай зерна озимой пшеницы был 61,0-79,3 ц/га, окупаемость 1 кг азота составила 36,6-40,4 кг. Увеличение дозы азота в 2 раза позволило получить 68,9-88,1 ц/га с окупаемостью 27,8-28,1 кг/кг (табл. 3, 4).

Урожайность ячменя сорта Эльф в опыте ИД-1 в среднем за 3 года составила 49,3 ц/га по N₄₅ и 49,8 ц/га по N₉₀ с высокой окупаемостью азота прибавкой зерна – 37,6 и 19,3 кг/кг соответственно (табл. 5).

3. Влияние условий минерального питания на урожайность озимой пшеницы, ц/га. Опыт ИД-2

| Вариант опыта | Немчиновская 24 | | | Галина | | | Московская 39 | | | Полесская безостая | |
|---|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|---------|---------|--------------------|---------|
| | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2006 г. | 2007 г. |
| 1. Без удобрений | 23,1 | 43,2 | 62,8 | 22,8 | 45,0 | 53,3 | 15,9 | 43,5 | 60,6 | 19,3 | 45,2 |
| 2. P ₆₀ K ₆₀ п/к | 25,0 | 44,0 | 63,9 | 23,2 | 45,6 | 54,6 | 16,7 | 45,2 | 61,4 | 29,2 | 45,0 |
| 3. P ₆₀ K ₆₀ N ₄₅ п/к | 41,3 | 61,0 | 79,3 | 42,3 | 62,4 | 66,8 | 25,0 | 61,4 | 75,5 | 34,0 | 61,3 |
| 4. P ₆₀ K ₆₀ N ₉₀ п/к | 45,2 | 68,0 | 88,1 | 48,5 | 67,0 | 73,0 | 32,3 | 67,2 | 85,6 | 34,5 | 68,2 |
| 5. P ₆₀ K ₆₀ N ₄₅ п/к + N ₉₀ в.п. | 46,4 | 69,8 | - | 48,8 | 69,0 | - | 33,5 | 68,1 | - | 33,4 | 70,4 |
| 6. P ₆₀ K ₆₀ N ₃₀ п/к + N ₃₀ в.п. + N ₃₀ нек. | 46,0 | 66,6 | - | 46,9 | 66,0 | - | 31,9 | 66,2 | - | 34,8 | 67,8 |
| 7. P ₆₀ K ₆₀ N ₁₃₅ п/к | 47,9 | 70,8 | - | 49,3 | 71,8 | - | 32,8 | 68,0 | - | 34,2 | 71,4 |
| 8. P ₆₀ K ₆₀ N ₄₅ п/к + N ₄₅ в.п. + N ₄₅ цвет. | 48,1 | 68,7 | - | 48,1 | 68,8 | - | 31,7 | 68,4 | - | - | 69,0 |
| НСР ₀₅ | 1,82 | 1,82 | 2,72 | 2,24 | 2,24 | 2,48 | 2,66 | 2,66 | 2,35 | 2,16 | 2,16 |

Примечание. п/к – под культивацию осенью; в.п. – в подкормку; нек. – некорневое внесение; цвет. – в цветение

4. Окупаемость 1 кг NPK и N прибавкой зерна озимой пшеницы, кг. Опыт ИД-2

| Доза удобрений, кг д.в./га | | Московская 39 | | | | Галина | | | | Немчиновская 24 | | | | Полесская безостая | | | |
|-------------------------------|----------|---------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|-----------------|------|---------|------|--------------------|------|---------|------|
| | | 2006 г. | | 2007 г. | | 2006 г. | | 2007 г. | | 2006 г. | | 2007 г. | | 2006 г. | | 2007 г. | |
| NPK | в т.ч. N | NPK | N | NPK | N | NPK | N | NPK | N | NPK | N | NPK | N | NPK | N | NPK | N |
| 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 120 | 0 | 0,7 | - | - | - | 0,3 | - | 0,8 | - | 1,6 | - | 0,7 | - | 0,7 | - | - | - |
| 165 | 45 | 5,5 | 18,4 | 10,8 | 40,4 | 11,8 | 42,4 | 10,5 | 37,3 | 9,9 | 36,2 | 10,8 | 37,8 | 6,5 | 22,0 | 9,8 | 36,2 |
| 210 | 90 | 7,8 | 17,3 | 11,3 | 26,7 | 12,2 | 28,1 | 10,5 | 23,8 | 10,5 | 22,4 | 11,8 | 26,7 | 7,4 | 16,3 | 11,0 | 25,8 |
| 255 | 135 | 6,9 | 11,7 | 9,6 | 18,4 | 10,2 | 19,0 | 9,4 | 17,3 | 9,1 | 15,9 | 10,2 | 19,1 | 6,3 | 11,3 | 9,9 | 18,8 |
| 210 | 90 | 7,6 | 16,9 | 10,8 | 25,5 | 11,5 | 26,3 | 10,0 | 22,7 | 10,9 | 23,3 | 11,1 | 25,1 | 7,1 | 15,7 | 10,8 | 25,3 |
| 255 | 135 | 6,6 | 11,9 | 9,6 | 18,4 | 10,4 | 19,3 | 10,5 | 19,4 | 9,7 | 17,0 | 10,8 | 19,9 | 6,4 | 11,5 | 10,3 | 19,6 |
| 255 | 135 | 6,2 | 11,1 | 9,8 | 18,7 | 10,5 | 19,6 | 9,3 | 17,2 | 9,8 | 17,1 | 10,0 | 18,3 | 6,2 | 11,0 | 9,3 | 17,8 |

5. Окупаемость минеральных удобрений прибавкой зерна ячменя. Опыт ИД-1 (2000-2003 гг.)

| Вариант опыта | Эльф | | | | Выбор | | | | Челябинский 95 | | | |
|---|------------------|---------------|-----------------------|------|------------------|---------------|-----------------------|------|------------------|---------------|-----------------------|------|
| | Урожай- ность | При- бавка | Окупаемость, кг/кг | | Урожай- ность | При- бавка | Окупаемость, кг/кг | | Урожай- ность | При- бавка | Окупаемость, кг/кг | |
| | | | NPK | N | | | NPK | N | | | NPK | N |
| | ц/га | | | | ц/га | | | | ц/га | | | |
| Без удобрений | 32,4 | - | - | - | 30,2 | - | - | - | 29,5 | - | - | - |
| P ₆₀ K ₆₀ п/к | 35,5 | 3,1 | 2,6 | - | 33,2 | 3,0 | 2,5 | - | 34,1 | 4,6 | 3,8 | - |
| P ₀ K ₀ N ₄₅ кушение | 48,6 | 16,2 | - | 36,0 | 43,1 | 12,9 | - | 28,7 | 42,8 | 13,3 | - | 29,6 |
| P ₀ K ₀ N ₄₅ п/к | 49,3 | 16,9 | - | 37,6 | 45,4 | 15,2 | - | 33,8 | 42,2 | 12,7 | - | 28,2 |
| P ₀ K ₀ N ₉₀ п/к | 49,8 | 17,4 | - | 19,3 | 44,8 | 14,6 | - | 16,2 | 43,1 | 13,6 | - | 15,1 |
| P ₆₀ K ₆₀ N ₄₅ кушение | 47,1 | 14,7 | 8,9 | | 46,3 | 16,1 | 9,7 | | 43,1 | 13,6 | 8,2 | |
| P ₆₀ K ₆₀ N ₄₅ п/к | 48,8 | 16,4 | 9,9 | | 47,8 | 17,6 | 10,7 | | 44,2 | 14,7 | 8,9 | |
| P ₆₀ K ₆₀ N ₉₀ п/к | 51,1 | 18,7 | 8,9 | | 47,8 | 17,6 | 8,4 | | 42,9 | 13,4 | 6,4 | |
| Среднее | 45,4 | | | | 42,5 | | | | 40,3 | | | |

В других опытах изучали основное и дробное внесение азота (на пшенице), а также сравнительную эффективность предпосевного внесения азота и в кушение (на ячмене). Результаты исследований показали, что разделение доз азота на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве не приводит к увеличению урожайности как на озимой пшенице, так и на ячмене (табл. 3-5).

зоны России при научно обоснованных факторах: севооборотах, внесении удобрений (особенно азотных), интегрированной системе защиты растений и учете прочих элементов повышения урожайности реально получить 9 т/га зерна озимой пшеницы и 8 т/га ячменя без снижения качества продукции и негативных последствий для окружающей среды.

Заключение. На плодородных почвах Нечерноземной

EFFECT OF THE INTEGRATED APPLICATION OF CHEMICALS ON THE YIELD OF CEREALS AND THE RECOUPMENT OF FERTILIZERS

G.I. Vaulina, A.M. Aliev, L.N. Samoilov, Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry ul. Pryanishnikova 31, Moscow, 127550 Russia

The recoupment of fertilizers by yield gain has been studied in three field experiments with winter wheat and barley at the integrated application of chemicals in Moscow oblast. The wheat yield reached 87.7 dt/ha (Moscow oblast), and the yield of the Elf barley cultivar reached 79 dt/ha.

Keywords: integrated application of chemicals, winter wheat, barley, crop yield, fertilizer recoupment.

