

УДК 631.582/.17/.8

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА

Тюлин В.А., Сутягин В.П., Латышева Е.А.

ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», Тверь,
e-mail: sutiagin.victor2011@yandex.ru

Определено влияние агротехнологий на урожайность культур кормового севооборота короткой ротации в целях моделирования урожайности в зависимости от засоренности посевов. Новизна исследований – при реализации системного подхода на четырех культурах и смесях коротко ротационного севооборота изучались разные агротехнологии, которые различались уровнем минерального питания, степенью химической защиты. Результаты дисперсионного анализа показали, что применение минеральных удобрений и гербицидов по вариантам имеет существенные различия по коэффициенту Фишера. Урожайность овса посевного (1,95–2,61 т/га) была выше, чем тритикале (1,71–2,24 т/га). Минеральные удобрения были эффективны, так как применение 144 кг/га д.в. NPK обеспечило прибавку урожая к контролю у овса 0,31 т/га, у тритикале 0,27 т/га. Использование гербицида дает прибавку урожая к контролю при 144 кг/га д.в. NPK, у овса 0,66 т/га, у тритикале 0,53 т/га. Возделывание тритикале экономически выгодно с применением гербицидов при полном удобрении N48P48K48, где себестоимость зерна тритикале составляет 2400,70 руб/т. На всех вариантах до обработки гербицидами уровень засорения посевов примерно одинаков при коэффициенте вариации менее 10%. Сорные растения были представлены преимущественно малолетними видами, многолетние составляли 5–7% от общего количества видов. В зависимости от уровня агротехнологии изменяется урожайность вико-овсяной смеси и бобово-мятликовой травосмеси. Урожайность вико-овсяной смеси при 72 кг д.в. NPK выше контрольного варианта на 3,55 т/га, а бобово-мятликовой травосмеси – на 1,14 т/га. Совместное применение гербицидов и физиологически активных веществ позволяет увеличить продуктивность культур севооборота на 0,24–0,27 т/га.

Ключевые слова: севооборот, агрофитоценоз, сорные растения, удобрения, питательные вещества, агротехнологии, минеральные удобрения, гербициды, гумат калия, агритокс

THE INFLUENCE OF AGROTECHNOLOGIES ON CROP PRODUCTIVITY OF FARMS OF NORTHERN CROPS

Tyulin V.A., Sutyagin V.P., Latysheva E.A.

Tver State Agricultural Academy, Tver, e-mail: sutiagin.victor2011@yandex.ru

The influence of agrotechnologies on the crop yield of fodder crop rotations of short rotation has been determined in order to simulate yields depending on the weediness of crops. Novelty of researches – at realization of the system approach on four cultures and mixes of a short rotational crop rotation different agricultural technologies which differed by a level of mineral nutrition, a degree of chemical protection were studied. The results of dispersion analysis showed that the use of mineral fertilizers and herbicides on the options has significant differences in the Fisher coefficient. The yield of oats of sowing (1,95–2,61 t/ha) was higher than triticale (1,71–2,24 t/ha). Mineral fertilizers were effective, since the application of 144 kg/ha of d.v. NPK provided an increase in yield to control in oats 0,31 t/ha, triticale 0,27 t/ha. The use of the herbicide gives an increase in yield to the control at 144 kg/ha ai. NPK, oats 0,66 t/ha, triticale 0,53 t/ha. Cultivation of triticale is economically beneficial with the use of herbicides with full fertilizer N48P48K48, where the cost of grain triticale is 2400,70 rubles per ton. In all cases, before the treatment with herbicides, the level of contamination of crops is approximately the same with a variation coefficient of less than 10%. Weed plants were mainly represented by juvenile species, perennial constituted 5–7% of the total number of species. Depending on the level of agrotechnology, the productivity of the vetch-oat mixture and the legume-meadow grass mixture changes. The yield of the vetch-oat mixture at 72 kg a. NPK is 3,55 t/ha above the control variant, and the legume-grassy grass mixture is 1,14 t/ha. The combined use of herbicides and physiologically active substances makes it possible to increase the productivity of crop rotation by 0,24–0,27 t/ha.

Keywords: crop rotation, agrophytocenosis, weeds, fertilizers, nutrients, agrotechnologies, mineral fertilizers, herbicides, potassium humate, agritoks

Проблемой совершенствования агротехнологий в России занимались многие учёные, которые установили, что их корректировка должна определяться, прежде всего, ресурсными и экологическими условиями конкретных территорий. В Пермской ГСХА, на основе прогнозирования, определены перспективы развития сельскохозяйственного землепользования [1]. К условиям Республики Татарстан представлены основные агротехнологии производства продукции

растениеводства. Предложены направления дальнейшего совершенствования агротехнологий [2]. В.И. Кирюшин обосновал задачи биологизации и адаптивной интенсификации агротехнологий. Перспективы совершенствования систем севооборотов, удобрения [3]. Для агроландшафтов Нечерноземья рекомендованы смеси кормовых растений с участием бобового компонента [4–6].

Агротехнологии влияют на урожайность культур в зависимости от условий

природной среды. Во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель (ВНИИМЗ) определено влияние ландшафтно-экологических условий на продуктивность сельскохозяйственных культур [7]. Представлен анализ компонентов природной среды и рассмотрена их роль в адаптивном растениеводстве [8]. На основе изучения элементов системы земледелия разработана типовая модель ландшафтно-мелиоративной системы земледелия [9].

Высокие агротехнологии рассчитаны на достижение максимальной прибыли с учетом экологических ограничений техногенных факторов [10]. Одним из основных техногенных факторов, влияющих на урожайность, являются минеральные удобрения. В Пермской ГСХА на основе факториальных схем с удобрениями предложены режимы минерального питания сельскохозяйственных растений [11].

Цель исследований – определить влияние уровня агротехнологий на урожайность культур кормового севооборота в условиях Тверской области.

Трёхфакторный опыт заложен в 2015 г. на опытном поле кафедры ботаники и луговых экосистем Тверской ГСХА в четырёхкратной повторности методом расщеплённых делянок. Почвы участка дерново-среднеподзолистые супесчаные с содержанием гумуса 2,0–2,5 %, фосфора 150–220 мг/кг, калия 90–120 мг/кг. Изучение культур выполнялось в короткоротационном севообороте (фактор А), заложенном во времени и пространстве с выводным полем и тремя уровнями питания. Чередование культур севооборота – 1) вико-овсяная смесь; 2) овес посевной с подсевом клевера; 3) клевер; 4) тритикале. В выводном поле изучали тимофеевочно-люцерново-лядвенцевую травосмесь. Нормы внесения минеральных удобрений (фактор Б): 0 – без удобрений; N24P24K24 – внесение азота, фосфора и калия по 24 кг/га действующего вещества; N48P48K48 – внесение азота, фосфора и калия по 48 кг/га действующего вещества; биологически активные вещества (фактор В) – гербицид агритокс на овсе и тритикале и гумат калия на смесях кормовых растений.

Учётная площадь делянки под культурой составляла 984 м². Площадь делянки второго порядка (удобрения) составляла 480 м², третьего порядка (гербициды, биологически активные вещества) – 240 м².

Объекты исследований – сорт овса посевного «Кречет», ярового тритикале «Ров-

ня», вики посевной «Льговская – 22» клевер луговой «ВИК 7», люцерны «Вега 87», тимофеевки луговой «ВИК 9», лядвенца рогатого «Луч».

При реализации системного подхода авторы на четырех культурах и смесях применяли разные агротехнологии, которые различались уровнем минерального питания, степенью (минеральные удобрения, гербициды, биологически активные вещества). Анализ результатов эксперимента предполагает расчет достоверной прибавки продуктивности в зависимости от уровня агротехнологии. В исследованиях изучалось влияние удобрений, гербицидов и биологически активных веществ на продуктивность культур севооборота с короткой ротацией. Результаты дисперсионного анализа показали, что применение минеральных удобрений и гербицидов по вариантам имеет существенные различия, потому что коэффициент Фишера (F) фактический больше коэффициента теоретического. Так, коэффициент F фактический по применению удобрений равен у овса 10,7, а теоретический – 3,52. По применению гербицидов F фактический равен 4,5, а теоретический – 4,4. Минеральные удобрения, гербициды оказали влияние на урожайность зерновых культур в 2016 году (табл. 1). Урожайность овса посевного (1,95–2,61 т/га) была выше, чем тритикале (1,71–2,24 т/га). Минеральные удобрения были эффективны – применение 144 кг/га д.в. NPK обеспечило прибавку урожая к контролю у овса 0,31 т/га, у тритикале 0,27 т/га.

Использование гербицида дает прибавку урожая к контролю при 144 кг/га д.в. NPK у овса 0,66 т/га, у тритикале 0,53 т/га. Следует отметить видовое разнообразие сорняков. Они были представлены преимущественно малолетними видами, многолетние составляли 5–7 % от общего количества видов. Из малолетних сорняков доминировали редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.), пикюльник красивый (*Galeopsis speciosa* Mill.) и обыкновенный (*G. tetrahit*), ромашка непахучая (*Matricaria perforata* Merat), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr), из многолетних видов, такие как осот полевой (*Sónchus arvénis* L.) и будра плющевидная (*Glechóma hederácea* L.).

В опытах с тритикале изменение урожая от применения гербицидов несущественно при уровне значимости 95 %. Это объясняется тем, что засорённость посевов тритикале была представлена малолетними видами сорняков, которые оказали незначительное

влияние на урожайность культуры. Анализ экономической эффективности показал, что овёс выгоднее возделывать без удобрений и без применения гербицидов, где себестоимость зерна составляет 2200,30 руб/т. Возделывание тритикале экономически выгодно с применением гербицидов при полном удобрении N48P48K48, где себестоимость зерна тритикале составляет 2400,70 руб/т при ценах 2015 г.

При низком уровне плодородия дерново-подзолистой почвы конкурентоспособность многолетних сорняков по отношению к культурным растениям увеличивается. Внесение минеральных удобрений увеличивает массу сорняков, особенно это заметно в раннюю фазу развития. Однако масса сорняков в посевах к фазе его цветения снижается, что связано с увеличением надземной массы зерновых, как сдерживающего фактора. При применении NPK засоренность многолетними сорняками ниже, чем на неудобренном, а засоренность мало-

летними – на уровне неудобренного фона. На фоне полного минерального удобрения в агрофитоценозе уменьшается по сравнению с неудобренным доля фиалки полевой, горцев, осота полевого.

В табл. 2 показана засоренность посевов овса до и после обработки гербицидами. На всех вариантах до обработки гербицидами уровень засорения посевов примерно одинаков при коэффициенте вариации менее 10%. После обработки гербицидом наблюдается снижение уровня засоренности посевов овса на всех фонах применения удобрений, кроме фона без внесения удобрений.

Корреляционно-регрессионный анализ данных по уровню засорения посевов и урожайности овса показал, что до обработки и после применения гербицида на посевах нет существенного влияния на урожайность овса. Данное обстоятельство объясняется, с одной стороны, низким уровнем засорения, а с другой стороны, высокой конкурентной способностью овса.

Таблица 1
Влияние удобрений и гербицидов на урожайность зерновых культур

| Фон питания | Гербицид | Овёс посевной | | Тритикале | |
|-------------------|----------|---|---------------------|---|---------------------|
| | | Урожайность, т/га | Прибавка к контролю | Урожайность, т/га | Прибавка к контролю |
| | | | | | |
| 0 | | 1,82 | | 1,61 | |
| 0 | Агритокс | 1,95 | 0,13 | 1,71 | 0,10 |
| N24P24K24 | | 2,00 | 0,18 | 2,5 | 1,78 |
| N24P24K24 | Агритокс | 2,22 | 0,40 | 12,2 | 2,03 |
| N48P48K48 | | 2,26 | 0,44 | 13,7 | 1,98 |
| N48P48K48 | Агритокс | 2,61 | 0,79 | 25,3 | 2,24 |
| НСР ₀₅ | | Фона – 0,20 ($F_{факт} > F_{терет}$) Гербицида – 0,07 ($F_{факт} > F_{терет}$) Взаимодействия 0,04 ($F_{факт} < F_{терет}$) | | Фона – 0,19 ($F_{факт} > F_{терет}$) Гербицида – 0,06 ($F_{факт} < F_{терет}$) Взаимодействия 0,03 ($F_{факт} < F_{терет}$) | |

Таблица 2
Влияние удобрений и гербицидов на засоренность посевов овса

| Фон питания | Гербициды | Сухая масса сорняков, г/м ² | |
|------------------------|-----------|--|---------------|
| | | До обработки | Через 20 дней |
| О | б/г | 11,9 | 49,1 |
| | гербицид | 13,4 | 52,3 |
| NPK15 | б/г | 12,8 | 101,3 |
| | гербицид | 14,3 | 56,3 |
| NPK30 | б/г | 13,8 | 125,1 |
| | гербицид | 11,4 | 62,6 |
| НСР05 частных различий | | 1,93 | 7,25 |
| НСР05 главных различий | | 0,64 | 2,42 |
| коэф. коррел. | | -0,15 | 0,17 |

Таблица 3

Влияние удобрений и биологически активных веществ на урожайность кормовых культур

| Фон питания | Биологически активное вещество | Вико-овсяная смесь | | Бобово-мятликовая травосмесь | | | |
|-------------------|--------------------------------|--|---------------------|--|------------------|---------------------|------|
| | | Урожайность, т/га | Прибавка к контролю | | Урожайность т/га | Прибавка к контролю | |
| | | | т/га | % | | т/га | % |
| 0 | | 15,21 | | | 12,42 | | |
| 0 | Гумат калия | 16,01 | 0,8 | 5,2 | 13,22 | 0,80 | 6,4 |
| N24P24K24 | | 18,76 | 3,55 | 23,3 | 13,56 | 1,14 | 9,2 |
| N24P24K24 | Гумат калия | 19,72 | 4,51 | 29,6 | 15,39 | 2,97 | 23,9 |
| N48P48K48 | | 20,32 | 5,11 | 33,6 | 16,00 | 3,58 | 28,8 |
| N48P48K48 | Гумат калия | 21,49 | 6,28 | 41,3 | 16,90 | 4,48 | 36,1 |
| HCP ₀₅ | | Фона – 0,32($F_{факт} > F_{тепт}$) Гербицида – 0,11 ($F_{факт} > F_{тепт}$) Взаимодействия 0,07($F_{факт} < F_{тепт}$) | | Фона – 0,37 ($F_{факт} > F_{тепт}$) Гербицида – 0,32 ($F_{факт} > F_{тепт}$) Взаимодействия 0,07 ($F_{факт} > F_{тепт}$) | | | |

Таблица 4

Влияние применения удобрений, агритокса и гумата калия на прибавку урожая в кормовых единицах, т/га

| Фон питания | Гербицид Агритокс | | | Гумат калия | | | Среднее по препаратам |
|-------------|-------------------|-----------|---------|-------------|------------------------------|---------|-----------------------|
| | Овёс | Тритикале | Среднее | Вико-овёс | Бобово-мятликовая травосмесь | Среднее | |
| 0 | 0,13 | 0,11 | 0,12 | 0,16 | 0,18 | 0,17 | 0,14 |
| N24P24K24 | 0,04 | 0,28 | 0,19 | 0,19 | 0,4 | 0,3 | 0,24 |
| N48P48K48 | 0,35 | 0,29 | 0,32 | 0,23 | 0,2 | 0,22 | 0,27 |

В зависимости от уровня агротехнологии изменяется урожайность вико-овсяной смеси и бобово-мятликовой травосмеси (табл. 3). Однолетняя смесь при пониженном уровне минерального питания обеспечила 18,76 т/га зелёной массы, средние дозы NPK повысили продуктивность до 20,32 т/га, а при применении N48P48K48 – до 21,49 т/га. Бобово-мятликовая травосмесь первого года жизни менее урожайна, чем однолетняя, при этом применение минеральных удобрений и биологически активных веществ эффективно.

Минеральные удобрения, биологически активные вещества оказали существенное влияние на урожайность зелёной массы изучаемых культур. Так, урожайность вико-овсяной смеси при внесении 72 кг д.в. NPK выше контрольного варианта на 3,55 т/га, а бобово-мятликовой травосмеси на – 1,14 т/га. При пониженной норме минерального удобрения и применении гумата калия прибавка составила 2,97–4,51 т/га. Анализ экономической эффективности показал, что вико-овсяную смесь эффективней возделывать без применения удобрений с обработкой посевов гуматом

калия, где себестоимость зелёной массы составляет 69,45 руб/т. Многолетнюю бобово-мятликовую травосмесь выгоднее выращивать на вариантах без применения удобрений с обработкой растений гуматом калия, где себестоимость 1 т сена составляет 237,19 руб/т при ценах 2015 г.

Данные табл. 4 свидетельствуют о том, что гербициды и физиологически активные вещества существенно влияют на продуктивность изучаемых культур.

Причём действие препаратов имеет значительные отличия. Так, применение гербицида позволяет зерновым культурам повышать продуктивность при увеличении нормы минеральных удобрений. Тогда как гумат калия лучше действует на среднем уровне минерального питания – прибавка кормовых единиц на фоне N24P24K24 составляет 0,40 т/га, а на фоне N48P48K49 – 0,20 т/га.

Заключение

Рассмотрена эффективность агротехнологий при производстве зерна и зелёного корма в условиях Тверской области. Выявлено, что наиболее эффективно применение

умеренных и повышенных доз минеральных удобрений. Минеральные удобрения обеспечивают 5,0–10,0 % прибавки урожая зерновых к контролю, а при выращивании растений на зеленую массу – 10,0–20,0 %. При средней засоренности посевов зерновых сорняками, с надземной массой сорной растительности выносится из почвы около 40 кг/га N, 20–30 кг P₂O₅ и 40–50 кг K₂O. Совместное применение гербицидов и физиологически активных веществ позволяет увеличить продуктивность культур севооборота на 0,24–0,27 т/га.

Список литературы

1. Пшеничников А.А. Прогноз использования земель сельскохозяйственного назначения Пермского края // Агротехнологии 21 века. – Пермь, 2015. – С. 98–103.
2. Амиров М.Ф. Агротехнологии зерновых культур / М.Ф. Амиров, И.Р. Валеев, А.Р. Валиев и др. // Система земледелия Республики Татарстан. – Казань, 2014. – С. 18–140.
3. Кирюшин В.И. Агротехнологии / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. – СПб., 2015. – 464 с.
4. Кобзин А.Г. Урожайность пастбищных травосмесей с райграском пастбищным / А.Г. Кобзин, В.А. Тюлин, Т.М. Тихомирова, Д.А. Вагунин // Кормопроизводство. – 2011. – № 11. – С. 12–14.
5. Кобзин Н.Г. Влияние состава травосмесей с участием козлятника восточного и уровня минерального питания на продуктивность агрофитоценозов / А.Г. Кобзин, В.А. Тюлин, Н.Н. Иванова, Д.А. Вагунин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 25–27.
6. Тюлин В.А. Многолетние бобовые травы в агроландшафтах Нечерноземья / В.А. Тюлин, Н.Н. Лазарев, Н.Н. Иванова, Д.А. Вагунин. – Тверь: «Тверская ГСХА», 2014. – 234 с.
7. Тюлин В.А. Дифференциация агроприемов в условиях ландшафтного земледелия / В.А. Тюлин, О.В. Карасева, Л.И. Петрова, Р.А. Салихов, Д.А. Иванов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 3. – С. 61–63.
8. Ковалев Н.Г. Анализ компонентов природной среды при разработке моделей ландшафтно-адаптивных систем земледелия / Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, В.Е. Озолин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2000. – № 4. – С. 50–54.
9. Ковалев Н.Г. Формирование адаптивно-ландшафтной системы земледелия / Н.Г. Ковалев, В.А. Тюлин, Д.А. Иванов // Земледелие. – 1999. – № 5. – С. 22–23.
10. Цугленок Г.И. Разработка агротехнологии эффективного снижения численности и вредоносности сорных растений / Г.И. Цугленок, Н.С. Косулина, О.А. Курносенко // Проблемы современной аграрной науки. – Красноярск, 2014. – С. 33–35.
11. Мурыгин В.П. Влияние срока и дозы азотной подкормки на урожайность озимых культур / В.П. Мурыгин, В.А. Попов, С.Л. Елисеев // Агротехнологии 21 века. – Пермь, 2015. – С. 76–80.

References

1. Pshenichnikov A.A. Prognoz ispolzovaniya zemel selskohozjajstvennogo naznachenija Permskogo kraja // Agrotehnologii 21 veka. Perm, 2015. pp. 98–103.
2. Amirov M.F. Agrotehnologii zernovyh kultur / M.F. Amirov, I.R. Valeev, A.R. Valiev i dr. // Sistema zemledelija Respubliki Tatarstan. Kazan, 2014. pp. 18–140.
3. Kirjushin V.I. Agrotehnologii / V.I. Kirjushin, S.V. Kirjushin. SPb., 2015. 464 p.
4. Kobzin A.G. Urozhajnost pastbishhnyh travosmesej s rjagrasom pastbishhnym / A.G. Kobzin, V.A. Tjulin, T.M. Tihomirova, D.A. Vagunin // Kormoproizvodstvo. 2011. no. 11. pp. 12–14.
5. Kobzin N.G. Vlijanje sostava travosmesej s uchastiem kozljatnika vostochnogo i urovnya mineralnogo pitanija na produktivnost agrofitocenozov / A.G. Kobzin, V.A. Tjulin, N.N. Ivanova, D.A. Vagunin // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2011. no. 10. pp. 25–27.
6. Tjulin V.A. Mnogoletnie bobovye travy v agrolandshaftah Nechernozemja / V.A. Tjulin, N.N. Lazarev, N.N. Ivanova, D.A. Vagunin. Tver: «Tverskaja GSHA», 2014. 234 p.
7. Tjulin V.A. Differenciacija agropriemov v usloviyah landshaftnogo zemledelija / V.A. Tjulin, O.V. Karaseva, L.I. Petrova, R.A. Salihov, D.A. Ivanov // Vestnik Rossijskoj akademii selskohozjajstvennyh nauk. 2001. no. 3. pp. 61–63.
8. Kovalev N.G. Analiz komponentov prirodnogo sredy pri razrabotke modelej landshaftno-adaptivnyh sistem zemledelija / N.G. Kovalev, V.A. Tjulin, D.A. Ivanov, V.E. Ozolin // Vestnik Rossijskoj akademii selskohozjajstvennyh nauk. 2000. no. 4. pp. 50–54.
9. Kovalev N.G. Formirovanie adaptivno-landshaftnoj sistemy zemledelija / N.G. Kovalev, V.A. Tjulin, D.A. Ivanov // Zemledelie. 1999. no. 5. pp. 22–23.
10. Cuglenok G.I. Razrabotka agrtehnologii jeffektivnogo snizhenija chislennosti i vredonosnosti sornyh rastenij / G.I. Cuglenok, N.S. Kosulina, O.A. Kurnosenko // Problemy sovremennoj agrarnoj nauki. Krasnojarsk, 2014. pp. 33–35.
11. Murygin V.P. Vlijanje sroka i dozy azotnoj podkormki na urozhajnost ozimykh kultur / V.P. Murygin, V.A. Popov, S.L. Eliseev // Agrotehnologii 21 veka. Perm, 2015. pp. 76–80.