
Научная статья

УДК 631/635

doi: 10.47737/2307-2873_2022_37_39

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОРНОГО КОМПОНЕНТА В АГРОЦЕНОЗЕ ВИКИ ПОСЕВНОЙ С ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕЙ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Юрий Николаевич Зубарев¹, Денис Станиславович Фомин²,

Татьяна Владиславовна Новикова³,

^{1,3}Пермский государственный аграрно-технологический университет, Пермь, Россия

^{2,3}Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, с. Лобаново, Пермский край, Россия

¹yn-zubarev@mail.ru,

²akvilonag@mail.ru

³fufel1997@yandex.ru

Аннотация. На сегодняшний день, все больше предприятий АПК переходят в цифровой формат работ, в связи с этим все больше программ и продуктов для реализации в агротехнологиях. Правда, для полного внедрения данных продуктов необходимо выработать четкую и отлаженную методику использования данных технологий с учетом всех аспектов (погода, агрохимические показатели, потребности сельскохозяйственных растений и т.д.). В статье представлена агрометеорологическая характеристика за 2020 год при посеве овса сорта Стайер и за 2021 год – вико-пшеничной смеси (сорт вики посевной Мега и яровой пшеницы Каменка). Исследования проведены на научно-опытном поле Пермского НИИСХ – филиала ПФИЦ УрО РАН. Почва опытного участка – дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. Погодные условия в период исследований были нестабильными, что сильно повлияло на урожайность полевых культур. По результатам почвенных исследований на агрохимические свойства с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), в почву вносили удобрения дифференцированным способом, отмечено снижение дозы азота на 4 кг/га и калия на 41 кг/га в д.в. минеральных удобрений при дифференцированном внесении в сравнении со среднерекомендованной дозой $N_{15}P_{60}K_{60}$. При использовании дифференцированного опрыскивания гербицидом (основанном на ЭПВ), установлено снижение расхода гербицида в 2020 году на 19 % и в 2021 году на 45 % по сравнению с методом сплошного опрыскивания. Урожайность вико-пшеничной смеси в 2021 году при использовании дифференцированной технологии опрыскивания гербицидом достигла 1,35 т/га.

Ключевые слова: дифференцированное внесение, удобрения, гербицид, вико-пшеничная смесь, овес, сорные растения, погодные условия.

Введение. В последние десятилетия, в связи с изменением климатических и погодных условий, температурных и гидротермических режимов, идёт постоянный поиск новых сочетаний полевых культур, их соотношений в совместных посевах, стабилизирующих биологическую продуктивность агроценозов. При этом в производственных посевах это ограничивается плодородием почвы, видовым многообразием сорной растительности, невозможностью широкого использования гербицидов и др. [1-5].

При изучении климата в Небраске (США), были выявлены закономерности по влиянию агроклиматических условий на продуктивность сельскохозяйственных культур, 48 % прироста урожайности связано с десятилетней климатической тенденцией, 39 % – с агрономическими улучшениями и, по разнице, только 13 % – с улучшением генетического потенциала урожайности [6]. При этом, с точки зрения производительности и стоимости данные ДЗЗ, полученные с беспилотных летательных аппаратов или спутников, более подходят для применения и увеличивают скорость обрабатываемой информации, чем данные о характеристиках почвы, такие, как электропроводность и текстура почвы [7].

Цель исследования: установить влияние агроклиматических факторов на формирование сорного компонента в посевах овса и вико-пшеничной смеси.

В задачи исследований входило: 1. Выявить зависимость урожайности культур от засоренности посевов; 2. Определить влияние погодных условий на формирование сорной растительности.

Методика. Исследования были проведены на одном земельном участке (поле) в 2020-2021 г. научного-опытного поля Пермского НИИСХ – филиала ПФИЦ УрО РАН. Почва

опытного участка – дерново-подзолистая тяжелосуглинистая.

При внесении минеральных удобрений дифференцированным способом до посева были определены зоны продуктивности с использованием ДЗЗ. В границах зон с разной продуктивностью отбирались почвенные образцы с целью определения агрохимических показателей, на основе которых в дальнейшем рассчитывались дозы минеральных удобрений методом элементарного баланса [8].

Дифференцированное опрыскивание гербицидом проводилось на основе определения ЭПВ сорных растений, стоит отметить, что при учёте сорного компонента определяли количество многолетних и однолетних растений, при повышении порога одним из видов сорных растений проводилось опрыскивание [9].

Сорную растительность изучали в 2020 г. в посевах овса сорта Стайер. В 2021 г. закладка полевого опыта происходила в пределах границ 2020 года. Схема опыта: фактор А – удобрения: $A_1 - (N_{15}P_{60}K_{60})$ – среднерекомендованные дозы для бобово-злаковых смесей в Среднем Предуралье, N_{15} -стартовая доза при возделывании бобовых культур; $A_2 - (NPK)$ – расчётные дозы с использованием дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Фактор В – гербицид: B_1 – контроль (без обработки); B_2 – сплошное опрыскивание; B_3 – дифференцированное опрыскивание с учётом ЭПВ. Фактор С – агроценоз, соотношение компонентов, %: C_1 – пшеница (100+0); C_2 – вика (100+0); C_3 – вика +пшеница (85+15); C_4 – вика +пшеница (70+30); C_5 – вика +пшеница (55+45); C_6 – вика +пшеница (40+60).

Опыт трехфакторный. Размещение систематическое в два яруса. Повторность 4-

кратная. Общая площадь делянки (фактор А) – 0,56 га, учетная площадь – 0,50 га. Общая площадь делянки (фактор В) – 500 м², учетная площадь – 450 м². Общая площадь (фактор С) – 360 м², учетная площадь – 225 м².

Для уничтожения сорных растений использовали в посевах овса гербицид Диамакс, ВР, норма применения препарата 0,5-0,7 л/га, расход рабочей жидкости 200 л/га. Для вико-пшеничной смеси был выбран гербицид Линтаплант, КС, норма применения препарата 0,5-0,8 л/га, расход рабочей жидкости 200 л/га.

Агротехника в опыте – общепринятая для яровых зерновых и зернобобовых культур в Пермском крае, за исключением изучаемых элементов: основная обработка почвы проводилась оборотным плугом полунавесным Kuhn Manager C5T/5 корпусным, ранневесеннее боронование – сцепкой борон БЗТС-1. Минеральные удобрения внесены разбрасывателем AXIS 40.2 М, предпосевную культивацию КБМ – 8П – универсальный. Посев смеси вика+пшеница осуществляли 13.05.2021 года с разным соотношением бобового и злакового компонентов, согласно схеме опыта сеялкой ASTRA SZT 3,6А с последующим прикатыванием ККШ-6. Использованы удобрения: карбамид (д.в. N-48,9 %), аммофос (д.в. P₂O₅-49,2 %; N-12,4 %), калий хлористый (K₂O-54,9 %). Дозы минеральных удобрений определяли двумя способами: 1. – по методу среднерекомендованной дозы для бобово-злаковых смесей в Среднем Предуралье, (N₁₅-стартовая доза при возделывании бобовых культур); 2. – по методу расчётной дозы с использованием ДЗЗ и агрохимического анализа почвы, на основе чего создавались карты-задания для разбрасывания удобрений (рисунок 1).

Результаты. В Пермском крае возделывание сельскохозяйственных культур требует особых усилий, т.к. климатические условия не

всегда подходят для формирования высоких урожаев. Для сорной растительности ситуация выглядит иначе, в дерново-подзолистых почвах сохраняется большое количество семенного материала, погодные условия создают благоприятную среду для сохранения и прорастания сорного компонента в дальнейшем. Лето 2018 года в Пермском крае по средней температуре воздуха оказалось близко к норме. В Перми средняя температура летнего сезона составила +16,6 °С, что ниже нормы на 0,2 °С. Продолжительность метеорологического лета (периода со средней температурой воздуха выше +15 °С) составила всего 59 дней, с 18 июня по 15 августа. Это примерно на две недели меньше нормы, что связано с аномально холодной погодой в первой половине июня. Лето 2019 года в Пермском крае отличалось аномальными погодными условиями – низким температурным фоном, практически полным отсутствием жарких дней (с температурой +27 °С и выше) и очень большим (в ряде районов - рекордным) количеством осадков [13]. Лето 2020 г. в целом характеризовалось температурой воздуха, близкой к норме, на фоне умеренного дефицита осадков. Средняя температура летнего сезона оказалась выше, чем в 2017-2019 гг. В период с 06 по 11 июня отмечалась аномально жаркая погода со среднесуточной температурой 19–24 °С, что на 4-8 °С выше нормы. Вторая и третья декады были холодными. Среднесуточная температура воздуха в июне составила 14,1 °С, что на 2,5 °С ниже средних многолетних значений. За месяц выпало 89 мм осадков, это чуть больше нормы (110 %).

2021 год в Пермском крае был теплым и сухим [13]. Средняя температура лета 2021 г. составила +18,6 °С, что выше климатической многолетней нормы на 1,9 °С, и на

1,7 °С теплее, чем в прошлом году. В то же время, средняя температура лета оказалась на 0,8 °С ниже, чем в 2016 году. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур проходило при повышенном уровне тепла и пониженной влагообеспеченности, несмотря на большое количество осадков, носивших ливневый характер, что не обеспечивало влагозадержание в почве.

В 2020 году при формировании всходов ГТК=0,42 (табл. 1), что характеризуется засушливым показателем. Среднее отклонение температуры от многолетних значений на 1,4 °С, что в совокупности с дефицитом осадков неблагоприятно сказывается на формировании урожая в период всходов. В фазе кущение-трубкование и трубкование-колошение в посеве овса ГТК=1,83 и является избыточным увлажнением. Температурный режим в конце июня выше на 6,9 °С многолетних значений, июль также характеризовался повышенной

температурой – на 6,4 °С выше многолетних температурных значений. В июне влажность составила 110 % от среднегодовой нормы, а июль был засушливым. В июле осадков выпало только 51 % среднемноголетней нормы, и хотя недостаток влаги со второй декады августа косвенно компенсировало ее поступление в растения, роль этих осадков в формировании и нарастании вегетационной массы была незначительной. В среднем температура в августе в период колошения и созревания семян была на 3-3,5 °С выше нормы. Начало месяца являлось засушливым, во второй декаде ситуация изменилась, в среднем за месяц количество осадков достигло 87 % от среднегодовых значений. В связи с засушливыми условиями 2020 года в критический период для зерновых, была получена низкая урожайность в опыте, что также подтверждается данными урожайности по Пермскому краю.

Таблица 1

Прохождение фенологических фаз овса сорта Стайер, 2020 г.

| Фазы вегетации, межфазный период | Дата | | Продолжительность, дней | Сумма | | ГТК |
|----------------------------------|------------|------------|-------------------------|--------------------------|-------------|------|
| | начало | конец | | положительных температур | осадков, мм | |
| 2020 г. | | | | | | |
| Посев-всходы | 26.05.2020 | 10.06.2020 | 15 | 243,80 | 10,30 | 0,42 |
| Всходы-кущение (ветвление) | 11.06.2020 | 03.07.2020 | 22 | 279,80 | 81,40 | 2,91 |
| Кущение – трубкование | 04.07.2020 | 10.07.2020 | 6 | 165,40 | 0,50 | 0,03 |
| Трубкование-колошение | 11.07.2020 | 31.07.2020 | 20 | 119,30 | 33,90 | 2,84 |
| Колошение | 01.08.2020 | 15.08.2020 | 15 | 240,80 | 18,60 | 0,77 |
| Созревание семян | 16.08.2020 | 25.08.2020 | 9 | 119,30 | 43,80 | 3,67 |
| Вегетационный период | 26.05.2020 | 25.08.2020 | 87 | 1515,80 | 196,50 | 1,30 |

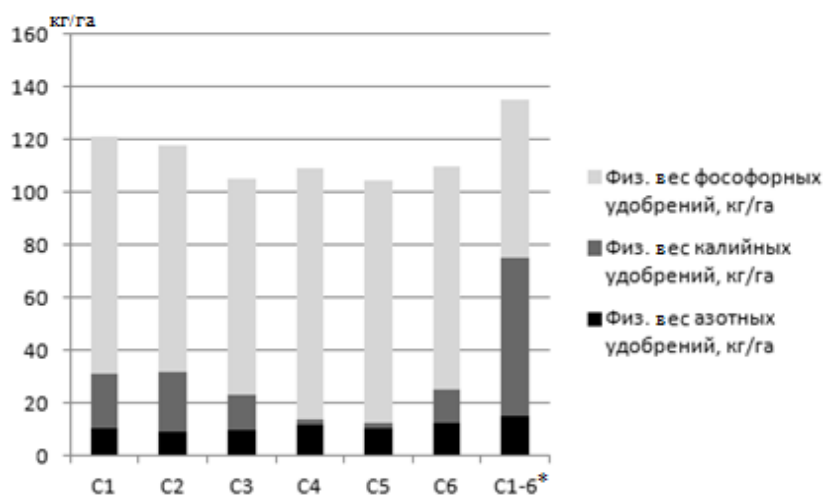
В 2021 году было аномальное жаркое лето. В мае средняя температура была 13,5 °С, что на 2,7 °С выше многолетних значений. Месяц являлся засушливым, выпало 43 % осадков от многолетней нормы. Из-за климатических особенностей в критический период всходов не было благоприятных условий для формирования растений. В период кущения-трубкования температура была выше средней

многолетней. Количество осадков было на 8 % меньше, чем за прошедшие года, таким образом, потеря влаги в мае не могла компенсироваться осадками июня. Июль по сравнению с другими месяцами был избыточно влажным – на 92 % выше многолетних значений. Температура снизилась до 16,4 °С, это ниже средних значений. Созревание семян происходило в августе, который

был благоприятен для возделывания зерновых культур, показатели влажности превышали норму на 4,5 %, температурный режим выше многолетних значений на 2 °С (табл. 2).

«Умное земледелие» включает в себя элементы точного земледелия [10-12]. В свою очередь, в точном земледелии часто применяется дифференцированное использование средств химизации. Дифференцирование средств химизации может осуществляться с

использованием двух блоков различных технических приёмов - установка на сельскохозяйственную технику датчиков состояния растительности и на основе карт-заданий. Карты-задания формируются до вывода в поле сельскохозяйственной техники. Формирование карт-заданий является одной из важнейших задач в концепции умного и точного земледелия.



*C1-C6 – на все варианты фактора С вносили среднерекомендованную дозу удобрений $N_{15}P_{60}K_{60}$

Рис. 1. Физический вес удобрений при дифференцированном внесении по фактору С

Fig. 1. Physical weight of fertilizers with differentiated application by factor С

В представленной гистограмме (рис. 1) отражается разница между среднерекомендуемыми дозами для Пермского края и дифференцированными дозами удобрений (азот 0-27 кг/га, фосфор 0-224 кг/га, калий 0-157 кг/га). В зависимости от нуждаемости почвы в элементах питания были внесены разные дозы минеральных удобрений.

Для определения эффективности дифференцированного применения гербицида (фактор В₃) было определено количество сорных растений 29.05.2020 и 03.06.2021 (таблица 3, 4) для установления вариантов в зависимости от ЭПВ определяли необходимость применения

гербицида на исследуемых делянках полевого опыта. Результаты показывают, что видовой состав сорной растительности характерен для Пермского района [14] и представлен следующими видами: осот полевой (*Sonchus arvensis L.*), морковь дикая (*Daucus carota*), марь многосемянная (*Lipandra polysperma*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), вьюнок (*Convolvulus*), клевер (*Trifolium*), ромашка лекарственная (*Matricaria chamomilla*), лебеда садовая (*Atriplex hortensis*), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), подорожник большой (*Plantago major*).

Таблица 2

Прохождение фенологических фаз растениями вики посевной Мега и яровой пшеницы Экстра, 2021 г.

| Фазы вегетации, межфазный период | Дата | | Продолжительность, дней | Сумма | | ГТК |
|-------------------------------------|------------|------------|-------------------------|--------------------------|-------------|------|
| | начало | конец | | положительных температур | осадков, мм | |
| Посев-всходы | | | | | | |
| Вика посевная | 13.05.2021 | 27.05.2021 | 14 | 271,9 | 8,6 | 0,32 |
| Яровая пшеница | 13.05.2021 | 25.05.2021 | 12 | 257,8 | 4,6 | 0,18 |
| Всходы-кущение (ветвление) | | | | | | |
| Вика посевная | 28.05.2021 | 15.06.2021 | 18 | 302,7 | 9 | 0,30 |
| Яровая пшеница | 26.05.2021 | 10.06.2021 | 15 | 208,6 | 11 | 0,53 |
| Кущение (ветвление)-трубкование | | | | | | |
| Вика посевная | 16.06.2021 | 24.06.2021 | 8 | 174,4 | 45 | 2,58 |
| Яровая пшеница | 11.06.2021 | 23.06.2021 | 12 | 254,6 | 22 | 0,86 |
| Трубкование-колошение (бутонизация) | | | | | | |
| Вика посевная | 25.06.2021 | 16.07.2021 | 21 | 455,3 | 79,6 | 1,75 |
| Яровая пшеница | 24.06.2021 | 14.07.2021 | 20 | 439,4 | 103,8 | 2,36 |
| Колошение (бутонизация-цветение) | | | | | | |
| Вика посевная | 17.07.2021 | 23.07.2021 | 6 | 136,3 | 57 | 4,18 |
| Яровая пшеница | 15.07.2021 | 28.07.2021 | 13 | 244,4 | 59,3 | 2,43 |
| Созревание семян | | | | | | |
| Вика посевная | 24.07.2021 | 02.09.2021 | 38 | 713,2 | 48,4 | 0,68 |
| Яровая пшеница | 29.07.2021 | 21.08.2021 | 23 | 466,2 | 43,1 | 0,92 |
| Вегетационный период | | | | | | |
| Вика посевная | 13.05.2021 | 02.09.2021 | 112 | 2044,4 | 247,6 | 1,21 |
| Яровая пшеница | 13.05.2021 | 21.08.2021 | 100 | 2161 | 243,8 | 1,13 |

Несмотря на засушливые периоды при вегетации растений, 2020 год характеризовался достаточным количеством осадков, ГТК с 26 мая по 25 августа составил 1,3 (достаточно влажный). Следовательно, год был благоприятным для прорастания сорной расти-

тельности. Отмечается высокая засорённость посева. Экономия гербицида при дифференцированном способе опрыскивания составила 19 % (табл. 3) по сравнению со сплошным опрыскиванием.

Таблица 3

Засорённость одновидового посева овса сорта Стайер, 2020 г.

| Фактор А | Фактор С | Количество сорной растительности до обработки, шт./м ² | Необходимость в обработке посевов гербицидами | Урожайность, т/га | Фактор А | Фактор С | Количество сорной растительности до обработки, шт./м ² | Необходимость в обработке посевов гербицидами | Урожайность, т/га |
|-------------------|----------------|---|---|-------------------|----------------|----------------|---|---|-------------------|
| A ₁ | C ₁ | 23 | + | 2,14 | A ₂ | C ₁ | 34 | + | 1,71 |
| | C ₂ | 37 | + | 1,96 | | C ₂ | 24 | + | 1,65 |
| | C ₃ | 31 | + | 2,04 | | C ₃ | 25 | + | 1,70 |
| | C ₄ | 27 | + | 2,12 | | C ₄ | 10 | - | 1,77 |
| | C ₅ | 23 | + | 2,09 | | C ₅ | 21 | + | 2,04 |
| | C ₆ | 20 | + | 1,97 | | C ₆ | 28 | + | 1,85 |
| A ₂ | C ₁ | 48 | + | 1,82 | A ₁ | C ₁ | 23 | + | 1,82 |
| | C ₂ | 29 | + | 1,88 | | C ₂ | 22 | + | 1,85 |
| | C ₃ | 26 | + | 1,97 | | C ₃ | 23 | + | 2,04 |
| | C ₄ | 24 | + | 2,30 | | C ₄ | 29 | + | 2,16 |
| | C ₅ | 26 | + | 1,76 | | C ₅ | 31 | + | 1,90 |
| | C ₆ | 32 | + | 1,99 | | C ₆ | 24 | + | 2,17 |
| A ₂ | C ₁ | 12 | - | 2,14 | A ₁ | C ₁ | 37 | + | 1,74 |
| | C ₂ | 25 | + | 2,12 | | C ₂ | 34 | + | 1,73 |
| | C ₃ | 16 | + | 2,21 | | C ₃ | 19 | + | 2,09 |
| | C ₄ | 28 | + | 2,11 | | C ₄ | 20 | + | 2,03 |
| | C ₅ | 24 | + | 1,98 | | C ₅ | 19 | + | 2,23 |
| | C ₆ | 25 | + | 1,87 | | C ₆ | 21 | + | 2,41 |
| A ₁ | C ₁ | 9 | - | 2,21 | A ₂ | C ₁ | 5 | - | 2,74 |
| | C ₂ | 17 | + | 2,23 | | C ₂ | 14 | + | 2,64 |
| | C ₃ | 18 | + | 2,31 | | C ₃ | 9 | - | 2,31 |
| | C ₄ | 15 | + | 1,76 | | C ₄ | 8 | - | 2,12 |
| | C ₅ | 7 | - | 2,12 | | C ₅ | 14 | + | 2,22 |
| | C ₆ | 6 | - | 2,03 | | C ₆ | 8 | - | 2,44 |
| НСР ₀₅ | | | | | | | | | 0,15 |

В результате проведенных исследований установлено, что при внесении средне-рекомендуемой дозы удобрений урожайность варьировала от 1,70 т/га до 2,74 т/га и в среднем составила 2,05 т/га. Внесение минеральных удобрений дифференцированным методом способствует незначительному росту урожайности на 0,01 т/га (НСР=0,15).

Таблица 4

Засорённость одновидового и смешанного посева вики посевной и яровой пшеницы, 2021 г.

| Фактор А | Фактор С | Количество сорной растительности до обработки, шт./м ² | Необходимость в обработке посевов гербицидами | Количество сорной растительности через 30 дней после обработки, шт./м ² | Превышение ЭПВ |
|--|----------------|---|---|--|----------------|
| Средняя доза | C ₁ | 14 | + | 7 | - |
| | C ₂ | 20 | + | 13 | + |
| | C ₃ | 14 | + | 9 | - |
| | C ₄ | 9 | + | 5 | - |
| | C ₅ | 31 | + | 19 | + |
| | C ₆ | 19 | + | 11 | + |
| Дифференцированный способ внесения удобрений | C ₁ | 7 | - | 9 | - |
| | C ₂ | 6 | - | 7 | - |
| | C ₃ | 6 | - | 6 | - |
| | C ₄ | 23 | + | 12 | + |
| | C ₅ | 4 | - | 7 | - |
| | C ₆ | 10 | - | 12 | + |
| Дифференцированный способ внесения удобрений | C ₁ | 14 | - | 10 | - |
| | C ₂ | 19 | + | 7 | - |
| | C ₃ | 16 | + | 9 | - |
| | C ₄ | 7 | - | 9 | - |
| | C ₅ | 6 | - | 10 | - |
| | C ₆ | 15 | + | 4 | - |
| Средняя доза | C ₁ | 5 | - | 7 | - |
| | C ₂ | 11 | + | 7 | - |
| | C ₃ | 7 | - | 8 | - |
| | C ₄ | 3 | - | 6 | - |
| | C ₅ | 13 | + | 13 | + |
| | C ₆ | 1 | - | 5 | - |
| Дифференцированный способ внесения удобрений | C ₁ | 16 | + | 5 | - |
| | C ₂ | 40 | + | 26 | + |
| | C ₃ | 50 | + | 22 | + |
| | C ₄ | 49 | + | 12 | + |
| | C ₅ | 36 | + | 23 | + |
| | C ₆ | 38 | + | 11 | + |
| Средняя доза | C ₁ | 9 | - | 9 | - |
| | C ₂ | 46 | + | 8 | - |
| | C ₃ | 27 | + | 12 | + |
| | C ₄ | 16 | + | 5 | - |
| | C ₅ | 6 | - | 8 | - |
| | C ₆ | 22 | + | 7 | - |
| Средняя доза | C ₁ | 9 | - | 9 | - |
| | C ₂ | 4 | - | 8 | - |
| | C ₃ | 8 | - | 8 | - |
| | C ₄ | 23 | + | 9 | - |
| | C ₅ | 16 | - | 14 | - |
| | C ₆ | 15 | + | 2 | - |
| Дифференцированный способ внесения удобрений | C ₁ | 18 | + | 7 | - |
| | C ₂ | 9 | - | 12 | + |
| | C ₃ | 10 | - | 14 | + |
| | C ₄ | 7 | - | 9 | - |
| | C ₅ | 9 | - | 13 | + |
| | C ₆ | 16 | + | 6 | - |

2021 год по количеству осадков был более засушливым, чем 2020 год, ГТК за вегета-

ционный период составил 1,1 (табл. 2), данной влажности не хватило для полноценного созре-

вания культурных растений из-за повышенной температуры, а выпавшие осадки имели ливневый характер. Сорная растительность развивалась не так интенсивно, как в 2020 году. Данные погодные условия привели к экономии до 45% гербицида при дифференцированном способе опрыскивания, по сравнению со сплошным внесением гербицидов (табл. 4), следовательно, затраты на приобретение ядохимикатов сократились почти в 2 раза. Данные показатели существенно сказываются на экономии денежных средств. Через 30 дней после обработки посевов гербицидом, превышение ЭПВ сохранилось на 31% площади.

В варианте с внесением среднерекомендуемой дозы минеральных удобрений урожайность варьировала от 1,35 т/га до 1,69 т/га, в среднем 1,53 т/га. При использовании дифференцированной технологии при-

менения удобрений урожайность изменялась от 1,38 т/га до 1,49 т/га, в среднем 1,45 т/га. Существенно математически доказуемых различий не обнаружено ($F_{\phi} < F_{05}$). Наибольшая урожайность получена в варианте со сплошным опрыскиванием гербицидом и среднерекомендуемой дозе минеральных удобрений 1,69 т/га. При дифференцированном внесении гербицидов и среднерекомендуемой дозе минеральных удобрений получена урожайность 1,35 т/га, а при дифференцированном способе внесения удобрений урожайность увеличилась до 1,38 т/га ($НСР=0,16$). Максимальная урожайность вико-пшеничной смеси (40%+60%) была достигнута в варианте 2,04 т/га без обработки гербицидами и с дифференцированным способом внесения минеральных удобрений (табл. 5).

Таблица 5

Урожайность вико-пшеничной смеси, т/га

| Фактор А | Фактор В | Фактор С, % | | | | | | Среднее по фактору АВ | Отклонения |
|--|--|-------------------------------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------|
| | | Пшеница 100 | Вика 100 | Вика + пшеница (85+15) | Вика + пшеница (70+30) | Вика + пшеница (55+45) | Вика + пшеница (40+60) | | |
| Средняя доза | Контроль (без обработки) | 1,64 | 1,05 | 1,47 | 1,62 | 1,57 | 1,96 | 1,55 | – |
| | Сплошной способ опрыскивания гербицидами | 1,79 | 1,52 | 1,42 | 1,75 | 1,91 | 1,78 | 1,69 | 0,14 |
| | Дифференцированный способ опрыскивания гербицидами | 1,51 | 0,87 | 1,18 | 1,40 | 1,70 | 1,43 | 1,35 | -0,21 |
| Дифференцированный способ внесения удобрений | Контроль (без обработки) | 1,73 | 0,84 | 1,18 | 1,37 | 1,77 | 2,04 | 1,49 | -0,07 |
| | Сплошной способ опрыскивания гербицидами | 1,85 | 0,77 | 1,22 | 1,51 | 1,79 | 1,72 | 1,48 | -0,08 |
| | Дифференцированный способ опрыскивания гербицидами | 1,62 | 0,83 | 1,38 | 1,53 | 1,53 | 1,39 | 1,38 | -0,17 |
| – | Среднее по фактору С | 1,69 | 0,98 | 1,31 | 1,53 | 1,71 | 1,72 | 1,49 | – |
| | Отклонения | – | -0,71 | -0,38 | -0,16 | 0,03 | 0,03 | – | – |
| | НСР ₀₅ | | | | | | | | |
| | Главных эффектов | фактора А | | | | | | $F_{\phi} < F_{05}$ | – |
| | | фактора В и взаимодействия АВ | | | | | | 0,16 | |
| | | фактора С и взаимодействия АС | | | | | | 0,10 | |
| | Частных различий | I порядка | | | | | | 1,21 | |
| II порядка | | | | | | 0,55 | | | |
| III порядка | | | | | | 0,25 | | | |

Выводы. По результатам исследований было обнаружено, что в 2020 году в посевах овса сорта Стайер корреляционная зависимость является заметной, так применение гербицидов было необходимой мерой для получения высокой урожайности изучаемой культуры. По урожайности овса было выявлено, что применение дифференцированного опрыскивания гербицидом, по сравнению со сплошным опрыскиванием, сократило количество использованного препарата на 19%.

В 2021 году корреляционная зависимость слабая, что является показателем формирования урожая вне зависимости от сорного компонента. Данный год был наиболее актуален для изучения дифференцированного опрыскивания гербицидом, получения данных без последствий для формирования урожайности вико-пшеничной смеси. При влиянии погодных условий 2021 год характеризовался меньшим количеством сорной растительности, что оказало влияние на снижение применяемого гербицида на 45%.

За счет снижения обрабатываемой площади гербицидом, снизилось количество используемого ядохимиката на опытном поле за счет уменьшения опрыскиваемой площади, сократились расходы на ГСМ и оплата труда механизатора. В 2020 году экономия составила 19% от общего применяемого объема, и в 2021 году – на 45%, без негативных последствий для прорастания культурных растений в изучаемом периоде.

При изучении возделывания овса и вико-пшеничной смеси в 2020-2021 гг. агроклиматические условия негативно сказались на урожайности культур, но для прорастания сорной растительности влаги и тепла было достаточно. 2020 год был более благоприятным для сорной растительности из-за большого количества осадков и достаточного поступления тепла. 2021 год при формировании всходов являлся засушливым, это негативно сказалось на формировании сорного компонента, что уменьшило количество сорной растительности.

Список источников

1. Косолапова А.И., Васбиева М.Т. Влияние изменения климатических показателей в Пермском крае на урожайность зерновых культур // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 11. С. 9-11.
2. Косолапова А.И., Васбиева М.Т. Приёмы управления продукционным процессом озимой ржи фалёнская 4 в условиях изменяющегося климата Предуралья, обеспечивающие формирование урожайности не менее 3,5 т/га. Пермь, 2013.
3. Косолапова А.И., Васбиева М.Т. Наставления по корректировке технологии возделывания озимых зерновых культур с учетом климатических изменений, позволяющие повысить продуктивность пашни на 11,0-15,0 % в условиях Предуралья. Пермь, 2010.
4. Серегин М.В., Сысов С.А. Влияние агрометеорологических условий на формирования качества сенажной массы многолетних трав // E-Scio. 2021. № 4 (55). С. 120-124.
5. Котюков Б.Н., Кузьменко И.Н. Особенности агрометеорологических вегетационных периодов 2012-2013 годов Пермского края // Актуальные проблемы аграрной науки в XXI веке: мат. Всероссийской заочной научно-практической конференции. 2014. С. 21-24.
6. Gonzalo Rizzo, Kenneth Cassman, Patricio Grassini, Réka Howard, Climate and agronomy, not genetics, underpin recent maize yield gains in favorable environments, Proceedings of the National Academy of Sciences 119(4):e2113629119. January 2022.
7. Mohammad Rokhafrouz, Hooman Latifi, Tomasz Wojciechowski, Remote Sensing-assisted Delineation of Management Zones Considering Agronomy and Climate Information, Conference: First Workshop of the TERRATECH Project. 2021.
8. Михайлова Л.А. Кротких Т.А. Особенности питания и удобрения основных сельскохозяйственных культур на почвах Предуралья. Пермь, 2012. 223 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: «Колос». 2011. 416 с.
10. Precision agriculture: A smart farming approach to agriculture // Food and Agriculture Organization of the United Nation. 2017. URL: <http://www.fao.org/e-agriculture/news/precision-agriculture-smart-farming-approach-agriculture>.

11. Bach H., Mauser W. Sustainable Agriculture and Smart Farming / Mathieu PP., Aubrecht C. (eds) // Earth Observation Open Science and Innovation. ISSI Scientific Report Series. Vol. 15. Springer, Cham. 2018. P. 261-269. DOI: 10.1007/978-3-319-65633-5_12
12. Levi W. Precision agriculture: A smart farming approach // SPORE: spore.sta.int. 2017. № 185. P. 4-7
13. Климатические особенности 2021 года в Пермском крае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://accident.perm.ru/index.php/spravochnyj-razdel/klimat> (Дата обращения 20.12.2021).
14. Фомин Д.С., Ямалтдинова В.Р., Тетерлев И.С. Влияние вида пара и фона питания на засоренность посевов и продуктивность севооборотов // Пермский аграрный вестник. 2016. № 4 (16). С. 55-60.

**AGROMETEOROLOGICAL FACTORS OF THE FORMATION OF A WEED
COMPONENT IN THE VETCH-SPRING WHEAT AGROCENOSIS
IN THE MIDDLE PREDURALIE**

Yuri N. Zubarev¹, Denis S. Fomin²,

Tatiana V. Novikova³,

^{1,3}Perm State Agro-Technological University, Perm, Russia,

^{2,3}Perm Research Institute of Agriculture, a branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,

¹yn-zubarev@mail.ru,

²akvilonag@mail.ru,

³fufel1997@yandex.ru

Abstract. Today, more and more agro-industrial enterprises are switching to a digital format of work, in connection with this, there are more and more programs and products for implementation in agricultural technologies. True, for the full implementation of these products, it is necessary to develop a clear and well-established methodology for using these technologies, taking into account all aspects (weather, agrochemical indicators, the needs of agricultural plants, etc.). The article presents the agrometeorological characteristics for 2020 when oats of the Stayer variety were sown and for 2021 – a vetch-wheat mixture (Mega vetch and spring wheat Kamenka). The studies were carried out on the scientific and experimental field of the Perm Research Institute of Agriculture, a branch of the PFRC, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. The soil of the experimental plot is sod-podzolic heavy loamy. Weather conditions during the study period were unstable, which greatly affected the yield of field crops. According to the results of soil studies for agrochemical properties using Earth remote sensing (ERS) data, fertilizers were applied to the soil in a differentiated way, a decrease in the dose of nitrogen by 4 kg/ha and potassium by 41 kg/ha in a.i. mineral fertilizers with differentiated application in comparison with the average recommended dose of N₁₅P₆₀K₆₀. When using differential herbicide spraying (based on EPV), a decrease in herbicide consumption in 2020 by 19% and in 2021 by 45% was found compared to the continuous spraying method. The yield of the vetch-wheat mixture in 2021, using a differentiated herbicide spraying technology, reached 1.35 t/ha.

Key words: differential application, fertilizers, herbicide, vetch-wheat mixture, oats, weeds, weather conditions.

References

1. Kosolapova A.I., Vasbieva M.T. Vliyanie izmeneniya klimaticheskikh pokazatelej v Permskom krae na urozhajnost' zernovyh kul'tur (The impact of climate change in the Perm Krai on the yield of grain crops), Dostizheniya nauki i tehniki APK, 2011, No. 11, Pp. 9-11.

2. Kosolapova A.I., Vasbieva M.T. Prijomny upravlenija produkcionnym processom ozimoz rzhii faljonskaja 4 v uslovijah izmenjajushhegosja klimata Predural'ja, obespechivajushhie formirovanie urozhajnosti ne menee 3,5 t/ga. Perm' (Methods for managing the production process of winter rye Falenskaya 4 in the changing climate of Preduralie, ensuring the formation of a yield of at least 3.5 t/ha), 2013.
3. Kosolapova A.I., Vasbieva M.T. Nastavlenija po korrekcirovke tehnologii vzdelyvanija ozimyh zernovyh kul'tur s uchetom klimaticeskikh izmenenij, pozvoljajushhie povysit' produktivnost' pashni na 11,0-15,0 % v uslovijah Predural'ja (Guidelines for adjusting the technology of cultivating winter crops, taking into account climate change, allowing to increase the productivity of arable land by 11.0-15.0% in the conditions of Preduralie), Perm', 2010.
4. Seregin M.V., Sysoev S.A. Vlijanie agrometeorologičeskikh uslovij na formirovanija kachestva senazhnoj massy mnogoletnih trav (Influence of agrometeorological conditions on the formation of the quality of haylage mass of perennial grasses), E-Scio. 2021, No. 4 (55), Pp. 120-124.
5. Kotjukov B.N., Kuz'menko I.N. Osobennosti agrometeorologičeskikh uslovij vegetacionnyh periodov 2012-2013 godov Permskogo kraja (Peculiarities of agrometeorological conditions during the growing seasons of 2012-2013 in the Perm Krai), Aktual'nye problemy agrarnoj nauki v NHI veke: mat. Vserossijskoj zaochnoj nauchno-praktičeskoj konferencii, 2014, Pp. 21-24.
6. Gonzalo Rizzo, Kenneth Cassman, Patricio Grassini, Réka Howard, Climate and agronomy, not genetics, underpin recent maize yield gains in favorable environments, Proceedings of the National Academy of Sciences 119(4):e2113629119, January, 2022.
7. Mohammad Rokhafrouz, Hooman Latifi, Tomasz Wojciechowski, Remote Sensing-assisted Delineation of Management Zones Considering Agronomy and Climate Information, Conference: First Workshop of the TERRATECH Project, 2021.
8. Mihajlova L.A. Krotkih T.A. Osobennosti pitaniya i udobrenija osnovnyh sel'skohozjajstvennyh kul'tur na pochvah Predural'ja (Features of nutrition and fertilization of the main agricultural crops on the soils of Preduralie), Perm', 2012, 223 p.
9. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (Field experiment methodology), M.: «Kolos», 2011, 416 p.
10. Precision agriculture: A smart farming approach to agriculture // Food and Agriculture Organization of the United Nation. 2017. URL: <http://www.fao.org/e-agriculture/news/precision-agriculture-smart-farming-approach-agriculture>.
11. Bach H., Mauser W. Sustainable Agriculture and Smart Farming / Mathieu PP., Aubrecht C. (eds), Earth Observation Open Science and Innovation. ISSI Scientific Report Series. Vol. 15. Springer, Cham. 2018. P. 261-269. DOI: 10.1007/978-3-319-65633-5_12
12. Levi W. Precision agriculture: A smart farming approach, SPORE: spore.sta.int. 2017. No. 185. P. 4-7
13. Klimaticheskie osobennosti 2021 goda v Permskom krae [Elektronnyj resurs] (Climatic features of 2021 in the Perm Krai [Electronic resource]), Rezhim dostupa: <http://accident.perm.ru/index.php/spravochnyj-razdel/klimat> (Data obrashhenija 20.12.2021).
14. Fomin D.S., Jamaltdinova V.R., Teterlev I.S. Vlijanie vida para i fona pitaniya na zasorennost' posevov i produktivnost' sevooborotov (Influence of fallow type and nutrition background on weed infestation and productivity of crop rotations), Permskij agrarnyj vestnik, 2016, No. 4 (16), Pp. 55-60.

Сведения об авторах

Ю.Н. Зубарев¹ – д-р с.-х. наук, профессор;

Д.С. Фомин² – канд. с.х. наук, доцент, заведующий лабораторией прецизионных технологий в сельском хозяйстве;

Т.В. Новикова³ – аспирант, младший научный сотрудник,

^{1,2,3}Пермский государственный аграрно-технологический университет,

ул. Петропавловская, 23, Пермь, Россия, 614990

^{2,3}Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук,

ул. Культуры, д. 12, с. Лобаново, Пермский район, Пермский край, 614532

¹yn-zubarev@mail.ru

²akvilonag@mail.ru

³fufel1997@yandex.ru

Information about the authors

Yu.N. Zubarev¹ – Dr. Agr. Sci., Professor;

D.S. Fomin² – Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Head of the laboratory of precision technologies in agriculture;

T.V. Novikova³ – Postgraduate student, Junior researcher,

^{1,2,3} Perm State Agro-Technological University, 23 Petropavlovskaya St., Perm, Russia, 614990

^{2,3} Perm Research Institute of Agriculture, a branch of the Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,

12 Culture St., Lobanovo, Permsky District, Perm Krai, 614532

¹yn-zubarev@mail.ru

²akvilonag@mail.ru

³fufel1997@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 05.03.2022; одобрена после рецензирования 17.03.2022;

принята к публикации 18.03.2022.

The article was submitted 05.03.2022; approved after reviewing 17.03.2022; accepted for publication 18.03.2022.