

## ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ БИОЛОГИЗАЦИИ СЕВООБОРОТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ПОВОЛЖЬЯ

**Тойгильдин Александр Леонидович**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»

**Подсевалов Михаил Ильич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»

**Аюпов Денис Энисович**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры «Земледелие, растениеводство и селекция»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017 г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел: 8(8422)55-95-75

e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

**Ключевые слова:** биологизация, севооборот, яровая пшеница, урожайность, качество зерна, полевая всхожесть.

Целью исследований явилось проведение оценки формирования урожая и качества зерна яровой мягкой пшеницы при биологизации севооборотов лесостепной зоны Поволжья. Доказано, что для улучшения водно- физических, агрохимических и биологических свойств почвы, для формирования урожая зерна яровой пшеницы высокого качества рекомендуется осваивать зерноотравные севообороты с бобовыми многолетними травами и с однолетними бобовыми культурами, используя в качестве предшественников люцерну и горох. Наибольшая густота стояния растений, их сохранность и выживаемость формируются в агроценозах яровой пшеницы после гороха, люцерны и люцерно-злаковой смеси по комбинированной обработке почвы на повышенном уровне питания -  $N_{60}P_{45}K_{45}$ . Наши исследования показали, что урожайность зерна яровой пшеницы варьировала в зависимости от предшественников, полученные данные можно расположить в следующий ряд: горох (3,86 т/га)  $\geq$  люцерна (3,77 т/га)  $\geq$  люцерна + костреч (3,72 т/га)  $\geq$  яровая пшеница (3,36 т/га)  $\geq$  костреч (3,18 т/га). Костреч безостый является худшим предшественником для яровой пшеницы, поэтому в зерноотравных севооборотах предпочтительнее возделывать смесь костреча с люцерной. Урожайность яровой пшеницы повышалась по комбинированной обработке почвы в севообороте. Повышенный фон питания (солома +  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ) так же увеличивал урожайность в сравнении со средним уровнем (солома  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ). Качественные характеристики зерна повышались после бобовых предшественников. Система биологизации земледелия лесостепной зоны Поволжья позволит снизить отрицательное действие техногенной интенсификации, способствует воспроизводству плодородия почвы и повышению экономической и энергетической эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

### Введение

Зерновое хозяйство – ведущая отрасль земледельческого сектора экономики, а зерно как продукт особого значения определяет формирование продовольственного рынка и обеспеченность населения питанием. В условиях Ульяновской области яровая пшеница является ценной культурой и занимает 16 % валового сбора зерна, при этом она отличается более высоким качеством и стабильностью производства по годам в сравнении с озимой пшеницей [1].

Перспективным направлением развития систем земледелия и агротехнологий является их экологизация - процесс последовательного внедрения идей сохранения природы, природного равновесия и устойчивости окружающей среды. В сфере законодательства, управления, разработки технологий, экономики, образования [2] выражением экологизации в земледелии является процесс биологизации [3, 4, 5].

Примером широкого и эффективного использования биологизации на практике земледелия является опыт Белгородской области, где ежегодно в занятых парах и в промежуточных посевах на площади более 300 тыс. га используют сидераты в сочетании с навозом и удобрением соломой. В структуре посевных площадей увеличилась доля бобовых культур, а размеры симбиотической фиксации азота достигли в среднем за год 17,4 кг/га. Сочетание органических удобрений с минеральными и известкованием позволило превзойти показатели плодородия почвы в области конца 80-х гг. прошлого столетия и обеспечить стабильность растениеводческих и животноводческих отраслей АПК, по развитию которых Белгородская область занимает одно из первых мест в России [6].

В этой связи основные звенья систем земледелия – севооборот, обработка почвы и удобрения следует разрабатывать на принципах

экологизации и биологизации [7]. Повышение урожайности, качества зерна, продуктивности, устойчивости и эффективности зернового хозяйства на принципах биологизации является важной задачей для сельхозпроизводителей лесостепной зоны Поволжья.

#### **Объекты и методы исследований**

Нами проводятся исследования в стационарном полевом опыте кафедры земледелия, растениеводства и селекции ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ на тему: «Биологизация севооборотов и воспроизводство плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Поволжья». Опыт заложен в 1975 году, сегодня изучается эффективность севооборотов, приемов основной обработки почвы и систем удобрения в управлении плодородием почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур.

Схема стационарного многолетнего трехфакторного опыта:

Фактор А – севообороты:

A<sub>1</sub> - зернопаровой: чистый пар - озимая пшеница - яровая пшеница - горох - яровая пшеница - яровая пшеница.

A<sub>2</sub> - зернотравяной: горох - озимая пшеница - яровая пшеница с подсевом костреца - кострец 1 года пользования - кострец 2 года пользования - яровая пшеница.

A<sub>3</sub> - зернотравяной: люпин белый - озимая пшеница - яровая пшеница с подсевом люцерны - люцерна 1 года пользования - люцерна 2 года пользования - яровая пшеница.

A<sub>4</sub> - зернотравяной: горох + люпин - озимая пшеница - яровая пшеница с подсевом многолетних трав (люцерна + кострец) - многолетние травы 1 года пользования - многолетние травы 2 года пользования - яровая пшеница.

В данной статье приводятся результаты исследований формирования урожая и качества зерна яровой пшеницы сорта Симбирцит, размещенной в 5-ом и 6-ом полях севооборотов.

Фактор В – приемы основной обработки почвы.

V<sub>1</sub> - комбинированная система основной обработки почвы в севообороте.

V<sub>2</sub> – минимальная система обработки почвы в севообороте.

Под яровую пшеницу обработка почвы проводилась по следующей схеме:

1) Дискование БДМ 3х4П на 10-12 см + рыхление плугами со стойками СибИМЭ на 20-22 см.

2) Дискование БДМ 3х4П на 10-12 см + культивация КПИР-3,6 на 12-14 см.

под яровую пшеницу (1 севооборот, 6 поле):

1) Дискование БДМ 3х4П на 10-12 см + рыхление плугами со стойками СибИМЭ на 20-22 см.

2) Дискование БДМ 3х4П на 10-12 см + культивация КПИР-3,6 на 12-14 см.

под яровую пшеницу (2, 3, 4 севооборота, 6 поле):

1) Дискование БДМ 3х4П на 10-12 см + вспашка на 25-27 см.

2) Дискование БДМ 3х4П на 10-12 см + вспашка на 20-22 см.

Фактор С – система удобрения (два фона).

C<sub>1</sub> - средний уровень - солома + N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>;

C<sub>2</sub> - повышенный уровень - солома + N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>.

Размещение делянок систематическое методом смещения при трехкратной повторности. Севообороты развернуты по полям и по годам.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднесуглинистым. По содержанию гумуса почва относится к малогумусным – от 4,3 до 4,8 %, реакция почвенного раствора слабокислая (рН<sub>KCl</sub> = 5,8-6,0), содержание подвижного фосфора – повышенное, обменного калия - высокое. Степень насыщенности основаниями составляет 96,4-97,9 %, сумма поглощенных оснований 25,5-27,8 мг.-экв./100 г почвы.

В период исследований погодные условия существенно отличались по годам. Май и июнь 2016 и 2017 годов отличались переувлажнением, гидротермический коэффициент равнялся соответственно 1,49 и 1,41. Следует отметить, что 2017 год характеризовался пониженными температурами за отмеченные месяцы (соответственно 11,9 и 15,6 °С) при избыточном количестве осадков. Вегетационный период 2018 года был засушливым, а гидротермический коэффициент за май-июнь составил 0,46 ед.

#### **Результаты исследований**

Одним из важнейших факторов биологизации земледелия является соблюдение принципа биоразнообразия агроэкосистем [8, 9], что в практической деятельности осуществимо через освоение плодосменных севооборотов. Нами проведена оценка эффективности предшественников при возделывании яровой пшеницы. Основным показателем эффективности применения различных агротехнических приемов является урожайность возделываемых культур. Наши исследования показали, что в

среднем за три года исследований урожайность зерна яровой пшеницы варьировала в зависимости от предшественников, которые можно расположить в следующий ряд в убывающей последовательности: горох (3,86 т/га)  $\geq$  люцерна 3,77 (т/га)  $\geq$  люцерна + кострец (3,72 т/га)  $\geq$  яровая пшеница (3,36 т/га)  $\geq$  кострец (3,18 т/га).

Наиболее благоприятные условия для роста и развития яровой пшеницы складывались после бобовых культур, по комбинированной в севообороте обработке почвы. В среднем за три года исследований урожайность зерна яровой пшеницы на комбинированной обработке возрасла по сравнению минимальной на 0,31 т/га или 9,1 %. На повышенном фоне питания ( $N_{60}P_{45}K_{45}$ ) она также была выше по сравнению со средним фоном ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ) на 0,27 т/га или 7,8 % (табл. 2).

Различия в урожайности после изучаемых предшественников объясняются комплексом факторов, например, различными агрофизическими свойствами почвы (плотность, твердость, структурно-агрегатный состав), о чем описано в предыдущих работах авторов [10, 11, 12]. Как следствие, при обработке почвы и посеве складывались неодинаковые условия для формирования густоты стояния растений яровой пшеницы. Наши исследования показали, что наиболее высокая полевая всхожесть яровой пшеницы отмечалась на варианте при ее размещении после гороха, люцерны и смеси люцерны с кострцом по комбинированной обработке почвы в севообороте на фоне питания  $N_{60}P_{45}K_{45}$  - 90,9-91,6 % (496-504 шт./м<sup>2</sup>). На варианте с минимальной обработкой она была несколько ниже - 87,6-88,2 (482-485 шт./м<sup>2</sup>) и 88,7-89,1 % (488-490 шт./м<sup>2</sup>) соответственно по среднему и повышенному фонам питания.

Самые низкие показатели всхожести были получены на варианте яровой пшеницы при возделывании её после кострца беззостого 85,8-87,3 % по комбинированной и 85,1-86,7 % по минимальной обработке почвы.

По нашим данным общая выживаемость яровой пшеницы составляла 80,4-89,1 %. Более высокая выживаемость этой культуры наблюдается после гороха в зернопаровом севообороте по комбинированной обработке почвы на повышенном фоне удобрения - 89,1 %, на среднем фоне - 87,3 % по минимальной обработке на варианте  $N_{30}P_{30}K_{30}$  - 85,6 % и 86,9 % на фоне  $N_{60}P_{45}K_{45}$ .

Пониженная выживаемость яровой пшеницы отмечается после кострца беззостого

80,4-83,4 %, даже на повторных посевах (яровая пшеница после яровой пшеницы) выживаемость несколько выше - 81,8-86,0 %. Весьма высокая общая выживаемость, близкая к лучшему варианту, отмечалась в посевах этой культуры после многолетних трав (люцерна и смесь трав) 85,1 - 88,4 %.

Нами выявлено, что урожайность определялась густотой стояния растений, зависимость выражена следующим уравнением регрессии:  $y = 0,0236x - 7,487$  ( $r = 0,966$ ) и связь характеризуется как сильная прямая. Основную ценность пшеничного зерна составляют белковые комплексы. В зависимости от климатических условий выращивания, сорта и агротехник в зерне пшеницы содержится от 9,0 до 25 % белка (в среднем 13,5 %) [13]. Проведенные анализы показали вариабельность содержания белка в зерне яровой пшеницы в зависимости от выбранных предшественников, систем обработки почвы и удобрения. Данные о качестве зерна после разных предшественников, обработки почвы и удобрений приведены в таблице 2.

Наибольшее содержание белка установлено в зерне яровой пшеницы после люцерны - 15,3 %, высоким содержанием белка отличалось зерно после смеси многолетних трав - 15,1 % и гороха - 15,0 %, тогда как в повторных посевах - 14,3 % и после кострца - 13,1 %.

Приемы основной обработки почвы и удобрения меньше повлияли на содержание белка в зерне пшеницы, по комбинированной обработке - 14,9 %, что на 0,9 % больше в сравнении с минимальной обработкой. На фоне  $N_{60}P_{45}K_{45}$  содержание белка в зерне составило 14,9 %, а на варианте  $N_{30}P_{30}K_{30}$  - 14,0 %.

Важным показателем качества зерна пшеницы является массовая доля клейковины. Нашими исследованиями установлено, что данный показатель варьировал по предшественникам, обработке почвы и удобрениям. Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы изменялось в пределах от 23,0 до 29,4 %, что соответствует 1 и 2 группам качества зерна пшеницы. Наиболее низким содержанием клейковины - 23,0 % характеризовался вариант возделывания яровой пшеницы в севообороте после кострца по минимальной обработке почвы с уровнем питания  $N_{30}P_{30}K_{30}$ . Зерно с наибольшим содержанием клейковины - 31,2 % сформировали посе-вы пшеницы при возделывании в зернопаровом севообороте после гороха.

В среднем содержание клейковины в зерне яровой пшеницы составило после гороха 29,2

Таблица 1

**Урожайность яровой пшеницы в зависимости от обработки почвы и удобрений в севооборотах после различных предшественников**

| Севооборот предшественник<br>Фактор А | Обработка почвы<br>Фактор В | Удобрения<br>Фактор С | Урожайность, т/га |             |             | В среднем за 3 года | В среднем по факторам |      |      |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|-------------|---------------------|-----------------------|------|------|
|                                       |                             |                       | 2016              | 2017        | 2018        |                     | А                     | В    | С    |
| I горох                               | Комбин.                     | C <sub>1</sub>        | 3,58              | 5,10        | 2,98        | 3,89                | 3,86<br>100           | 3,73 | 3,44 |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 3,71              | 5,22        | 3,49        | 4,14                |                       |      |      |
|                                       | Миним.                      | C <sub>1</sub>        | 3,33              | 4,92        | 2,50        | 3,58                |                       |      |      |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 3,35              | 5,07        | 3,11        | 3,84                |                       |      |      |
| I яровая пшеница                      | Комбин.                     | C <sub>1</sub>        | 3,47              | 3,73        | 2,85        | 3,35                | 3,36<br>87,0          | 3,73 | 3,44 |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 3,93              | 3,90        | 3,41        | 3,75                |                       |      |      |
|                                       | Миним.                      | C <sub>1</sub>        | 3,11              | 3,48        | 2,59        | 3,06                |                       |      |      |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 3,40              | 3,64        | 2,87        | 3,30                |                       |      |      |
| II коострец                           | Комбин.                     | C <sub>1</sub>        | 3,28              | 3,43        | 2,76        | 3,16                | 3,18<br>82,4          | 3,42 | 3,71 |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 3,45              | 3,56        | 3,13        | 3,38                |                       |      |      |
|                                       | Миним.                      | C <sub>1</sub>        | 3,05              | 3,28        | 2,56        | 2,96                |                       |      |      |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 3,39              | 3,42        | 2,85        | 3,21                |                       |      |      |
| III люцерна                           | Комбин.                     | C <sub>1</sub>        | 3,66              | 4,63        | 3,09        | 3,79                | 3,77<br>97,7          | 3,42 | 3,71 |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 4,00              | 4,92        | 3,37        | 4,10                |                       |      |      |
|                                       | Миним.                      | C <sub>1</sub>        | 3,62              | 4,34        | 2,55        | 3,50                |                       |      |      |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 3,76              | 4,45        | 2,87        | 3,69                |                       |      |      |
| IV смесь многолетних трав             | Комбин.                     | C <sub>1</sub>        | 3,64              | 4,73        | 2,86        | 3,74                | 3,72<br>96,4          | 3,42 | 3,71 |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 3,96              | 4,93        | 3,22        | 4,03                |                       |      |      |
|                                       | Миним.                      | C <sub>1</sub>        | 3,54              | 4,31        | 2,49        | 3,42                |                       |      |      |
|                                       |                             | C <sub>2</sub>        | 3,70              | 4,54        | 2,79        | 3,68                |                       |      |      |
| Среднее                               |                             |                       | <b>3,59</b>       | <b>4,28</b> | <b>2,92</b> | <b>3,58</b>         | -                     |      |      |
|                                       |                             | НСР <sub>05</sub>     | 0,23              | 0,27        | 0,32        | -                   | -                     |      |      |
|                                       |                             | А                     | 0,07              | 0,08        | 0,10        | -                   | -                     |      |      |
|                                       |                             | В,С                   | 0,05              | 0,06        | 0,07        | -                   | -                     |      |      |

%, после люцерны - 28,2 %, после травосмеси многолетних трав - 28,1 %, в повторных посевах - 25,7 %, после коостреца - 23,5 %. Действие обработки почвы оказалось в среднем по вариантам опыта не значительным, 26,6 % содержалось в зерне пшеницы, полученной по комбинированной обработке и 26,2 % - по минимальной, в то время, как на повышенном фоне питания зерно пшеницы оказалось более качественное по клейковине - 27,0 % против 25,8 % на фоне N<sub>30</sub> P<sub>30</sub> K<sub>30</sub>.

Нами установлена тесная связь между массовой долей клейковины и белка в зерне яровой пшеницы сорта Симбирцит. Расчеты показали, что эта связь определяется уравнением регрессии:  $y = 0,3737x + 4,4837$  ( $r = 0,862$ ) и характеризуется как сильная прямая.

На величину ИДК изучаемые факторы существенного действия и последствия не ока-

зывали. Но наблюдался положительный тренд на вариантах после люцерны и смеси многолетних трав по комбинированной обработке и повышенном фоне питания.

Технологическая и пищевая ценность зерна пшеницы изменяется в зависимости от консистенции эндосперма, так зерно со стекловидным эндоспермом имеет металлическую прочность, что позволяет лучше организовать процесс переработки его в крупу и муку.

Результаты исследований показали, что стекловидность зерна яровой мягкой пшеницы по вариантам колебалась от 40 % после коостреца по минимальной обработке почвы на среднем фоне удобрения (солома + N<sub>30</sub> P<sub>30</sub> K<sub>30</sub>) до 53 % после люцерны по комбинированной обработке почвы на повышенном фоне удобрения (солома + N<sub>60</sub> P<sub>45</sub> K<sub>45</sub>).

В среднем по севооборотам стекловид-

Таблица 2

Качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественников, систем обработки почвы и удобрения за 2016 – 2018 годы

| Севооборот предшественник Фактор А          | Обработка почвы Фактор В | Удобрения Фактор С | Стекловидность, % |                |        | Белок, %       |                |        | Массовая доля клейковины, % |                |        | ИДК, (ед)      |                |        |
|---|--------------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------|----------------|----------------|--------|-----------------------------|----------------|--------|----------------|----------------|--------|
|   |                          |                    | C <sub>1</sub>    | C <sub>2</sub> | Средн. | С <sub>1</sub> | С <sub>2</sub> | Средн. | С <sub>1</sub>              | С <sub>2</sub> | Средн. | С <sub>1</sub> | С <sub>2</sub> | Средн. |
| Горох I севооборот 5 поле                   | Комбин.                  | C <sub>1</sub>     | 50                | 50,5           | 50,2   | 15,0           | 15,4           | 15,0   | 30,6                        | 30,9           | 29,2   | 81             | 83,5           | 85,0   |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 51                |                |        | 15,8           |                |        | 31,2                        |                |        | 86             |                |        |
|   | Миним.                   | C <sub>1</sub>     | 50                | 50,0           |        | 14,3           | 14,5           |        | 27,3                        | 27,6           |        | 88             |                |        |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 50                | 14,7           |        | 28,0           |                |        | 85                          |                |        |                |                |        |
| Яровая пшеница I севооборот 6 поле          | Комбин.                  | C <sub>1</sub>     | 49                | 49,5           | 48,8   | 14,2           | 14,6           | 14,4   | 25,7                        | 26,0           | 25,7   | 83             | 81,0           | 82,8   |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 50                |                |        | 14,9           |                |        | 26,3                        |                |        | 79             |                |        |
|   | Миним.                   | C <sub>1</sub>     | 47                | 48,0           |        | 13,6           | 14,1           |        | 25,0                        | 25,4           |        | 85             |                |        |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 49                |                |        | 14,6           |                |        | 25,7                        |                |        | 84             |                |        |
| Кострец II севооборот 6 поле                | Комбин.                  | C <sub>1</sub>     | 47                | 48,0           | 44,8   | 13,0           | 13,5           | 13,1   | 23,2                        | 23,6           | 23,5   | 81             | 83,5           | 85,0   |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 49                |                |        | 14,0           |                |        | 24,0                        |                |        | 86             |                |        |
|   | Миним.                   | C <sub>1</sub>     | 40                | 41,5           |        | 12,3           | 12,7           |        | 23,0                        | 23,4           |        | 88             |                |        |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 43                |                |        | 13,1           |                |        | 23,9                        |                |        | 85             |                |        |
| III люцерна севооборот 6 поле               | Комбин.                  | C <sub>1</sub>     | 51                | 52             | 50,8   | 15,2           | 15,8           | 15,3   | 27,6                        | 28,6           | 28,2   | 79             | 75,0           | 74,5   |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 53                |                |        | 16,4           |                |        | 29,4                        |                |        | 71             |                |        |
|   | Миним.                   | C <sub>1</sub>     | 49                | 49,5           |        | 14,5           | 14,8           |        | 27,1                        | 27,8           |        | 76             |                |        |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 50                |                |        | 15,0           |                |        | 28,6                        |                |        | 72             |                |        |
| смесь многолетних трав IV севооборот 6 поле | Комбин.                  | C <sub>1</sub>     | 50                | 50,5           | 50,0   | 15,3           | 15,6           | 15,1   | 27,5                        | 28,2           | 28,1   | 72             | 73,5           | 76,5   |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 51                |                |        | 16,0           |                |        | 28,8                        |                |        | 75             |                |        |
|   | Миним.                   | C <sub>1</sub>     | 49                | 49,5           |        | 14,3           | 14,6           |        | 27,0                        | 28,0           |        | 82             |                |        |
|   |                          | C <sub>2</sub>     | 50                |                |        | 14,9           |                |        | 29,1                        |                |        | 77             |                |        |

ность зерна составила по вариантам: после люцерны - 50,8 %, после гороха - 50,2 %, после травосмеси многолетних трав – 50,0 %, в повторных посевах яровой пшеницы - 48,8 % и наименьшая стекловидность после костреца - 44,8 %.

Следует отметить, что зерно яровой мягкой пшеницы при возделывании в зернотравяных севооборотах после люцерны и бобово-злаковой, а так же после гороха имело лучшие качественные показатели по сравнению с зерном, полученным после костреца по всем вариантам опыта.

#### Выводы

Современное земледелие следует ориентировать на освоение факторов и приемов биологизации. В условиях лесостепной зоны Поволжья для улучшения водно- физических, агрохимических и биологических свойств почвы, для формирования урожая зерна яровой пшеницы высокого качества рекомендуется осваивать зернотравяные севообороты с бобовыми многолетними травами, и с однолетними бобовыми культурами, используя в качестве предшествен-

ников люцерну и горох. Наибольшая густота стояния растений, их сохранность и выживаемость формируется в агроценозах яровой пшеницы после гороха, люцерны и люцерно-злаковой смеси по комбинированной обработке почвы на повышенном уровне питания -  $N_{60}P_{45}K_{45}$ . Наши исследования показали, что в среднем за три года урожайность зерна яровой пшеницы варьировала в зависимости от предшественников, которые можно расположить в следующий ряд: горох (3,86 т/га) ≥ люцерна 3,77 (т/га) ≥ люцерна + кострец (3,72 т/га) ≥ яровая пшеница (3,36 т/га) ≥ кострец (3,18 т/га). Кострец безостый является худшим предшественником для яровой пшеницы, поэтому в зернотравяных севооборотах предпочтительнее возделывать смесь костреца с люцерной.

Урожайность яровой пшеницы повышалась по комбинированной обработке почвы в севообороте и составила 3,73 т/га, на минимальной обработке почвы урожайность снизилась до 3,42 т/га. Повышенный фон питания (солома +  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ) также увеличивал урожайность в срав-

нении со средним уровнем на 0,27 т/га (солома  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ). Качественные характеристики зерна повышались после бобовых предшественников (люцерна и гороха).

Система биологизации земледелия лесостепной зоны Поволжья позволит снизить отрицательное действие техногенной интенсификации, способствует воспроизводству плодородия почвы и повышению экономической и энергетической эффективности производства сельскохозяйственной продукции.

#### Библиографический список

1. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ульяновской области. – URL : <https://uln.gks.ru/folder/40380>
2. Адаптивно-интегрированная защита растений / Ю. А. Спиридонов, М. С. Соколов, А. П. Глинушкин [и др.]. – Москва : Печатный город, 2019. - 626 с.
3. Кирюшин, В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов / В. И. Кирюшин. - Москва : КолосС, 2011. - 443 с. .
4. Жученко, А. А. Биологизация, экологизация, энергосбережение, экономика современных систем земледелия / А. А. Жученко // Вестник АПК Ставрополя. –2015. - № 2. - С. 9-13.
5. Мельникова, О. В. Теория и практика биологизации земледелия: монография / О. В. Мельникова, В. Е. Ториков. – Санкт–Петербург : Лань, 2019. – 384 с.
6. Лукин, С. В. Опыт биологизации земледелия в Белгородской области / С. В. Лукин // Агротехнический вестник. - 2017. - № 5. - С. 21-25.
7. Кирюшин, В.И. Проблема экологизации земледелия в России (Белгородская модель)/ В.И. Кирюшин // Достижения науки и техники АПК. 2012. - № 12. - С. 3-9
8. Parrot, N. The real Green Revolution: Organic and Agroecological farming in the London / N. Parrot, T. Marsden // Green peace Environment Trust. -2002. – P. 1-6.
9. Vision for an organic food and farming research agenda to 2025 / U. Niggli, A. Slabe, O. Schmid, H. Halberg, M. Schluter // Published by IFOAM - EU and FiBL. – 2008. - 48 p.
10. Морозов, В. И. Урожайность яровой пшеницы и качество зерна при биологизации севооборотов лесостепи Поволжья / В. И. Морозов, А. Л. Тойгильдин, Е. М. Шаронова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. - 2009. - № 1 (18). - С. 45-48.
11. Тойгильдин, А.Л. Многолетние травы в биологизации севооборотов лесостепи Поволжья: монография / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов. – Ульяновск: УГСХА, 2015. - 178 с.
12. Подсевалов, М.И. Влияние обработки почвы и систем удобрений на агрофизические показатели чернозема выщелоченного и урожайность зерновых бобовых культур при биологизации севооборотов / М.И. Подсевалов, Н.А. Хайрtdинова // Нива Поволжья.- 2012. - № 3 (24). - С. 18-22.
13. Васин, В. Г. Растениеводство / В. Г. Васин, А. В. Васин, Н. Н. Ельчанинова. - Самара : Самарская ГСХА, 2009. – 527 с.

## HARVEST FORMATION AND SPRING SOFT WHEAT GRAIN QUALITY IN BIOLOGIZATION OF CROP ROTATIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE VOLGA REGION

*Toygildin A.L., Podsevalov M.I., Ayupov D.E.*  
FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University  
432017 Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1; tel: 8 (8422) 55-95-75  
e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

*Key words: biologization, crop rotation, spring wheat, productivity, grain quality, field germination.*

*The aim of the research was to assess the harvest formation and grain quality of spring soft wheat in biologization of crop rotation of the forest-steppe zone of the Volga region. It is proved that in order to improve the water-physical, agrochemical and biological properties of the soil, to form a high-quality spring wheat grain harvest, it is recommended to develop grain-grass crop rotation with perennial grasses and with annual leguminous crops using alfalfa and peas as forecrops. The greatest density of plants, their preservation and survivability is formed in agrocenoses of spring wheat after peas, alfalfa and alfalfa-grain mixture in case of combined soil tillage at an increased level of nutrition -  $N_{60}P_{45}K_{45}$ . Our studies showed that the yield of spring wheat grain varied depending on the forecrops, the obtained data can be arranged in the following series: peas (3.86 t / ha)  $\geq$  alfalfa (3.77 t / ha)  $\geq$  alfalfa + brome (3.72 t / ha)  $\geq$  spring wheat (3.36 t / ha)  $\geq$  brome (3.18 t / ha). Awnless brome is the worst forecrop for spring wheat, so it is preferable to cultivate a mixture of awnless brome and alfalfa in grain-grass rotations. Spring wheat yield increased in case of combined soil tillage in the crop rotation. Increased nutritional background (straw +  $N_{60}P_{45}K_{45}$ ) also increased productivity in comparison with the average level (straw  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ). Qualitative characteristics of grain increased after leguminous forecrops. The biologization system of agriculture in the forest-steppe zone of the Volga region will reduce the negative effect of technogenic intensification, contribute to reproduction of soil fertility and increase economic and energy efficiency of agricultural production.*

#### Bibliography

1. Territorial authority of the Federal State Statistics Service in Ulyanovsk Region. - URL: <https://uln.gks.ru/folder/40380>
2. Adaptively integrated plant protection / Yu. A. Spiridonov, M. S. Sokolov, A. P. Glinushkin [et al.]. - Moscow: Pechatnyi gorod, 2019. - 626 p.

3. Kiryushin, V. I. *Theory of adaptive landscape agriculture and design of agrolandscapes* / V. I. Kiryushin. - Moscow: KolosS, 2011. - 443 p.
4. Zhuchenko, A. A. *Biologization, ecologization, energy saving, economics of modern farming systems* / A. A. Zhuchenko // *Vestnik of AIC of Stavropol region*. 2015. - No. 2. - P. 9-13.
5. Melnikova, O.V. *Theory and practice of biologization of agriculture: monograph* / O. V. Melnikova, V. E. Torikov. - St. Petersburg: Lan, 2019. - 384 p.
6. Lukin, S. V. *Experience of agricultural biologization in Belgorod region* / S. V. Lukin // *Agrochemical Vestnik*. - 2017. - No. 5. - P. 21-25.
7. Kiryushin, V.I. *The problem of ecologization of agriculture in Russia (Belgorod model)* / V.I. Kiryushin // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2012. - No. 12. - P. 3-9
8. Parrot, N. *The real Green Revolution: Organic and Agroecological farming in the London* / N. Parrot, T. Marsden // *Green peace Environment Trust*. -2002. - P. 1-6.
9. *Vision for an organic food and farming research agenda to 2025* / U. Niggli, A. Slabe, O. Schmid, H. Halberg, M. Schluter // *Published by IFOAM - EU and FiBL*. - 2008. - 48 p.
10. Morozov, V. I. *Spring wheat yield and grain quality in biologization of crop rotation of the forest-steppe of the Volga region* / V. I. Morozov, A. L. Toygildin, E. M. Sharonova // *Vestnik of Izhevsk State Agricultural Academy*. - 2009. - No. 1 (18). - P. 45-48.
11. Toygildin A.L. *Perennial grasses in biologization of crop rotation of the Volga forest-steppe: monograph* / A.L. Toygildin, V.I. Morozov // *Ulyanovsk*, 2015. - 178 p.
12. Podsevalov, M.I. *The effect of soil cultivation and fertilizer systems on agrophysical parameters of leached black soil and yield of leguminous crops in biologization of crop rotation* / Posevalov M.I., Khairtdinova N.A. // *Niva of the Volga region*. - 2012. - No. 3 (24). - P. 18-22.
13. Vasin, V. G. *Plant growing* / V. G. Vasin, A. V. Vasin, N. N. Elchaninova. - Samara: Samara State Agricultural Academy, 2009. - 527 p.