

*A.M. Shpanev, Doctor of Biological Sciences, head of the experimental laboratory<sup>1</sup>, head of the agrobiocenology sector<sup>2</sup>,  
ashpanev@mail.ru*

<sup>1</sup>*Agrophysical Research Institute 195220, Saint-Petersburg, Grazhdanskiy pr., 14*

<sup>2</sup>*All-Russian Institute of Plant Protection 196608, Saint-Petersburg, shosse Podbelskogo, 3*

*The knowledge on the peculiarities of the harmful organisms' spatial distribution in the agrocenoses is extremely necessary for the introduction of the precision farming in our country. Due to the fact that the usage of the herbicide is leading in total volume, those data are most important regarding the weeds. The aim of our research was the analysis of the spatial placement of the weeds in the spring barley plantations, which is the main grain crop in the Northwestern Russia. For the spatial placement of the weed plants on the entire area of the field, we virtually chose 24 (15×15 m) or 54 (10×10 m) elementary plots, depending on the year. Within each plot 2-3 permanent areas with the size of 0,1 m<sup>2</sup> were chosen. Inside those areas we counted the number and projective coverage of the each weed plant species during the barley tillering phase. As a result of our research, we revealed the spatial irregularity of the weed plants distribution on the spring barley plantations, which was supported by the high coefficients of variation (20-57 %) and aggregation (1,8-8,9). The irregular placement of the weed plants was the consequence of the different nutritional elements content and the acidity of the crop-land soil due to the continuous use of the mineral fertilizers, as well as the peculiarities in the reproduction of the perennial dycotyledons. Application of the mineral fertilizers led to the irregularity decrease and changes in the spatial placement patterns of the weed plants on the barley plantation. For the species with the positive reaction to the improvement of the nutritional regime on the field, such as *Chenopodium album* and *Galeopsis* spp., we noticed a tendency towards the more aggregated placement on the field, but for *Spergula arvensis*, favouring unfertilized areas with high acidity, the tendency was to form more even placement.*

*Keywords: spring barley, mineral fertilizers, weeds, species composition, spatial structure of weeds, coefficient of variation, coefficient of aggregation.*

УДК 633.11:631.816.3

DOI: 10.25680/S19948603.2022.125.03

## ВЛИЯНИЕ НОВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ИХ ВНЕСЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОЙ ОЗИМОЙ РЖИ В ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Т.В. Шайкова, к.с.-х.н., М.В. Дятлова, к.с.-х.н., Е.С. Волкова,*

*Федеральный научный центр лубяных культур*

*180559, Россия, Псковская обл., Псковский р-н, д. Родина, ул. Мира, д. 1,*

*[info.psk@fncl.ru](mailto:info.psk@fncl.ru), [t.shaykova.psk@fncl.ru](mailto:t.shaykova.psk@fncl.ru)*

***Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № АААА-А19-119032590056-3)***

*Изучено влияние комплексных удобрений и способов их внесения на продуктивность озимой ржи кормового назначения. Установлена положительная роль предпосевной обработки семян озимой ржи комплексным удобрением Микромак. Некорневое двукратное внесение по вегетирующим растениям в фазы кущения и выхода в трубку определенной концентрации растворов удобрений Кодима Р, Кодафол, Микроэл, Страда N на двух фонах минерального питания оказало положительное влияние на выход кормовой массы по фазам развития и общую продуктивность озимой ржи.*

*Ключевые слова: озимая рожь, зерно, солома, общая продуктивность, минеральные удобрения, новые комплексные удобрения, способы внесения.*

*Для цитирования: Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Волкова Е.С. Влияние новых комплексных удобрений и способов их внесения на продуктивность кормовой озимой ржи в Псковской области// Плодородие. – 2022. – №2. – С. 12-16. DOI: 10.25680/S19948603.2022.125.03 .*

Для районов Нечерноземной зоны озимая рожь - основная сельскохозяйственная зерновая культура. Это - культура длинного дня, для прохождения световой стадии она нуждается в продолжительности дня 16-18 ч. Лучшие условия для развития озимой ржи в весенний период - продолжительность дня 14-16 ч и температура воздуха 15-18 °С. Для завершения цикла развития от прорастания семян до созревания зерна в среднем требуется сумма положительных температур 1900 °С. Озимая рожь максимально расходует влагу в фазы выход в трубку-колошение и цветение-налив зерна.

Минеральные удобрения - главный ресурс управления продукционным процессом в современных технологиях. Повышение окупаемости удобрений зависит от

доз, соотношений питательных веществ, сроков и способов их внесения [9,10]. Несбалансированное питание отражается на иммунном статусе растений: они больше страдают от неблагоприятных условий окружающей среды, болезней и вредителей [7].

Содержание белка в зерне ржи от 9,2 до 19% в зависимости от условий выращивания и сорта. Цельное и дробленое зерно, отруби и муку применяют в качестве концентрированных кормов для животных, 1 кг зерна приравнивается к 1,18 к. е. Ржаная солома в запаренном виде - грубый корм, который может использоваться при силосовании сочных растений, на подстилку скоту.

В последние годы рынок заполнили инновационные концентрированные растворы минеральных удобрений

под определенные сельскохозяйственные культуры для обеспечения растений в критические периоды роста и развития необходимыми питательными элементами [1,5,6,10].

Продукты, которые применяли в исследованиях:

• **Кодима Р** (в %) (N – 7,5, K<sub>2</sub>O – 8,2, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 29,5, Fe – 0,19, Mo – 0,001, Cu – 0,05, Zn – 0,04, Mn – 0,05, B – 0,09);

• **Кодафол** (в %) (N – 7,30, K<sub>2</sub>O – 7,30, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 21,92, Fe – 0,13, Mo – 0,001, Cu – 0,06, Zn – 0,06, Mn – 0,06, B – 0,12);

• **Микроэл** (в %) (N – 0,4, K<sub>2</sub>O – 0,03, Fe – 0,3, Mo – 0,2, Cu – 0,6, Zn – 1,3, Mn – 0,31, B – 0,15, MgO – 1,32, Co – 0,08, Cr – 0,001, Ni – 0,006, Li – 0,04, Se – 0,009, SO<sub>3</sub> – 5,7);

• **Страда N** (в %) (N – 27,0; K<sub>2</sub>O – 3,0, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 2,0, MgO – 0,15, SO<sub>3</sub> – 1,26, Fe – 0,03, Mn – 0,05, B – 0,016, Zn – 0,13, Cu – 0,06, Mo – 0,05, Co – 0,001, Se – 0,001);

• **Микромак** – жидкое комплексное удобрение (в %) (N – 1,7, K<sub>2</sub>O – 3,6, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,45, Zn – 2,7, Cu – 3,0, MgO – 1,9, Ni – 0,013, Li – 0,048, Co – 0,17, Fe – 0,04, Mn – 0,28, Cr – 0,011, Mo – 0,61, V – 0,084, Se – 0,013, B – 0,4, S – 4,6).

**Цель исследований** – изучить влияние минеральных и новых комплексных удобрений, способов их применения на выход кормовой массы и общую продуктивность озимой ржи.

**Методика.** Научные-исследования проводили в 2019-2020 г. на дерново-подзолистой супесчаной среднекультуренной почве. По годам исследований почвы несколько различались по агрохимическим показателям. Опыт заложен в звене севооборота пар – озимая рожь по следующей схеме:

- |   |   |
|---|---|
| 1) Контроль,  | 7) N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> + N <sub>20</sub> – фон 2, |
| 2) N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> – фон 1, | 8) Фон 2 + Кодима Р,  |
| 3) Фон 1 + Кодима Р,  | 9) Фон 2 + Кодафол,   |
| 4) Фон 1 + Кодафол,   | 10) Фон 2 + Микроэл,  |
| 5) Фон 1 + Микроэл,   | 11) Фон 2 + Страда N.   |
| 6) Фон 1 + Страда N,  |   |

Площадь делянки 75 м<sup>2</sup>. Каждая делянка разделена на две части, на одной из которых посев проводили семенами, инокулированными жидким комплексным макро- и микроудобрением Микромак в дозе 2 л/т, на второй – семенами без обработки. Повторность 4-кратная.

Агрохимическая характеристика опытных участков следующая: рН<sub>KCl</sub> 5,6-5,7, содержание подвижного фосфора – 285- 325 мг/кг почвы, обменного калия 126 – 198 мг/кг почвы, гумуса – 2,1%. В соответствии со схемой опыта в вариантах 7-11 проведена подкормка растений озимой ржи весной, в период начала вегетации, аммиачной селитрой в дозе N<sub>20</sub>.

В ходе исследований проводили: фенологические наблюдения; определение влажности почвы и нитратного азота по фазам роста растений; подсчет густоты стеблестоя после всходов и перед уборкой; учет урожая зерна прямым комбайнированием, определение структуры урожая; аналитические работы по химическому содержанию основных элементов питания в растительных и почвенных образцах. Нормы внесения препаратов (л/га): Кодима Р – 1, Кодафол – 2, Микроэл – 0,2, Страда N – 3.

Закладку опытов и их проведение выполнено в соответствии с Методикой полевого опыта [2].

Минеральные удобрения в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>K<sub>70</sub> внесены под предпосевную культивацию в виде азофоски, аммиачной селитры и хлористого калия. Исследуемая культура – озимая рожь сорта Новая Эра. Сорт средне-спелый, лабораторная всхожесть 93%, полевая всхожесть 80%, масса 1000 зерен – 57 г [4].

**Результаты и их обсуждение.** Отличительной особенностью озимой ржи являются ее зимостойкость и морозоустойчивость. Прорастает ржаное зерно при более низких температурах, чем озимая пшеница. В метеоусловиях 2019-2020 г. полные всходы озимой ржи наблюдали через 14-16 дней после посева, полевая всхожесть по вариантам опыта составила в среднем 80%. В период всходов развивается главный побег из конуса нарастания, идет дифференциация зачаточного колоса и закладываются почки боковых побегов [3].

В ходе фенологических наблюдений не установлено значительных различий в прохождении фаз развития растений озимой ржи между вариантами с внесением комплексных препаратов и контрольными вариантами. Однако следует отметить, что при предпосевной обработке семян препаратом Микромак растения имели различия не только визуальные по внешнему виду, но и по данным учетов динамики нарастания вегетативной массы, особенно в периоды колошение – цветение – молочная спелость (табл.1).

**1. Динамика нарастания зеленой массы по фазам развития озимой ржи**

Варианты	Фаза развития					
	выход в трубку		цветение		молочная спелость	
	б/обр.	инокул.	б/обр.	инокул.	б/обр.	инокул.
Контроль – без удобрений	424/11,0	446/11,6	725/18,9	1025/26,6	1050/27,3	1025/26,6
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> – фон 1	429/11,2	593/15,4	865/22,5	1400/36,4	1000/26,0	1400/36,4
Фон 1 + Кодима Р	503/13,1	600/15,6	1050/27,3	1200/31,2	1300/33,8	1498/38,9
Фон 1 + Кодафол	469/12,2	556/14,5	925/24,0	1825/47,4	1150/29,9	1500/39,0
Фон 1 + Микроэл	490/12,7	526/13,7	1650/42,9	1525/39,6	1175/30,6	1400/36,4
Фон 1 + Страда N	520/13,5	566/14,7	1250/32,5	1350/35,1	1325/34,4	1725/44,8
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>70</sub> + N <sub>20</sub> – фон 2	469/12,2	607/15,8	1350/35,1	1525/39,6	1100/28,6	1375/35,8
Фон 2 + Кодима Р	470/12,2	544/14,1	1465/38,1	2075/54,0	1325/34,4	1675/43,6
Фон 2 + Кодафол	534/13,9	616/16,0	1225/31,8	1700/44,2	1075/28,0	1410/36,7
Фон 2 + Микроэл	630/16,4	594/15,4	1755/45,6	1625/42,2	1325/34,4	1650/42,9
Фон 2 + Страда N	589/15,3	620/16,1	1520/39,5	1600/41,6	1425/37,0	1690/43,9
Среднее, т/га	13,1	14,8	32,6	39,8	31,3	38,6

Примечание. В числителе масса 100 растений в г, в знаменателе – в т/га.

Данные нарастания кормовой массы по фазам развития показывают, что максимальная урожайность зеленой массы по вариантам опыта получена в фазы цветения – молочной спелости и составила в среднем по вариантам в посевах без обработки семян 31,3-32,6 т/га, при обработке удобрением Микромак – 38,6-39,8 т/га. Существенно ниже урожайность зеленой массы в фазе выхода в трубку. Применение минеральных удобрений способствует увеличению выхода зеленой массы по сравнению с контрольным вариантом, и наиболее заметные различия проявляются в фазы цветения – молочной спелости. Так в посевах без обработки семян выход зеленой массы в фазе цветения озимой ржи от применения фона  $N_{40}P_{50}K_{70}$  увеличился на 3,6 т/га, дополнительная подкормка в фазе кущения способствовала увеличению продуктивности на 16,2 т/га к контролю и на 12,6 т/га в сравнении с фоном 1. В фазе молочной спелости не установлено заметного влияния подкормки азотными удобрениями в дозе  $N_{20}$  на урожайность зеленой массы. В этот период идет перераспределение питательных веществ между колосом и стеблем, с дальнейшим превращением последнего в соломину.

Выявлено положительное влияние двукратного внесения по вегетации озимой ржи изучаемых комплексных удобрений на кормовую продуктивность в фазы цветения – молочной спелости в вариантах посева семян без обработки и посева инокулированными семенами (исключение составили данные зеленой массы в варианте без обработки семян при внесении препарата Кодафол). Предпосевная обработка семян универсальным комплексным удобрением Микромак в среднем по вариантам опыта способствовала в фазе трубкования озимой ржи увеличению урожая зеленой массы на 1,7 т/га, в фазе цветения – молочной спелости на 7,2-7,3 т/га. Наиболее эффективными на посевах ржи оказались комплексные удобрения Кодима Р, Микроэл и

Страда N, которые на фоне  $N_{40}P_{50}K_{70} + N_{20}$ , внесенные дважды за период вегетации, способствовали получению кормовой массы от 42,9 до 43,9 т/га, тогда как урожайность зеленой массы фона 2 составила 35,8 т/га. Содержание нитратов в кормовой массе в фазе молочной спелости было 190-220 мг/кг ВСВ, при ПДК для зеленой массы озимой ржи, равной 500 мг/кг [7, 8].

Учитывая данные динамики нарастания вегетативной массы кормовой озимой ржи, выявлены роль каждого изучаемого комплексного удобрения, их сочетание с вносимыми дозами минеральных удобрений и способов их внесения. Считаем целесообразным проводить обработку семян перед посевом препаратом Микромак с последующим внесением в период вегетации таких удобрений как Кодима Р, Микроэл и Страда N на фоне  $N_{40}P_{50}K_{70} + N_{20}$ . Заготовку кормовой массы озимой ржи следует проводить в фазе молочной спелости на сенаж или силос с добавлением бобового компонента или бобово-злаковых трав.

В результате научно-исследовательской работы за два года получена урожайность зерна озимой ржи сорта Новая Эра 29,3-45,5 ц/га (табл.2). В сравнении с 2019 г. данные урожайности зерна озимой ржи в 2020 г. оказались более низкими. Период зимовки озимой ржи урожая 2019 г. прошел благоприятно в сравнении с 2020 г. Частые оттепели в зимний период, отсутствие снежного покрова приводили к периодическому возобновлению вегетации растений, и к весне они вышли более ослабленными в сравнении с предыдущим годом. Преимущество озимых хлебов перед яровыми отмечены только при хорошей перезимовке. Повреждение и гибель их могут быть вызваны неблагоприятными погодными условиями. В начале зимы на глубине узла кущения (1,5-3,0 см) растения выдерживают более низкие температуры (до  $-17^{\circ}C$ ), чем в весенний период [12].

**2. Урожайность зерна и соломы озимой ржи, ц/га**

Вариант	Зерно/солома							
	2019 г.		2020 г.		среднее		ц з.е/га	
	б/обр	инокул.	б/обр	инокул.	б/обр	инокул.	б/обр	инокул.
Контроль – без удобр.	<u>41,3</u> 50,4	<u>44,4</u> 54,6	<u>17,3</u> 28,6	<u>21,5</u> 39,5	<u>29,3</u> 39,5	<u>33,0</u> 47,0	37,2	42,4
$N_{40}P_{50}K_{70}$ – фон 1	<u>45,4</u> 50,0	<u>47,8</u> 62,8	<u>23,5</u> 37,7	<u>31,1</u> 55,0	<u>34,5</u> 43,8	<u>39,4</u> 58,9	43,3	51,2
Фон 1 + Кодима Р	<u>44,2</u> <u>65,6</u>	<u>47,4</u> 66,0	<u>25,5</u> 29,2	<u>33,5</u> 52,7	<u>34,9</u> 47,4	<u>40,4</u> 59,4	44,4	52,3
Фон 1 + Кодафол	<u>45,8</u> 47,4	<u>48,0</u> 66,9	<u>27,8</u> 42,2	<u>35,7</u> 46,4	<u>36,8</u> 44,8	<u>41,9</u> 56,6	45,8	53,2
Фон 1 + Микроэл	<u>45,8</u> 80,0	<u>49,5</u> 59,5	<u>25,0</u> 37,1	<u>35,0</u> 34,2	<u>35,4</u> 58,6	<u>42,2</u> 46,8	47,1	51,6
Фон 1 + Страда N	<u>47,9</u> 69,4	<u>52,4</u> 73,7	<u>26,6</u> 34,3	<u>36,2</u> 65,9	<u>37,2</u> 51,8	<u>44,3</u> 69,8	47,6	58,3
$N_{40}P_{50}K_{70} + N_{20}$ – фон 2	<u>48,4</u> 67,2	<u>48,7</u> 78,0	<u>28,8</u> 43,3	<u>31,4</u> 44,3	<u>38,6</u> 55,2	<u>40,5</u> 61,2	49,6	52,7
Фон 2 + Кодима Р	<u>48,8</u> 75,8	<u>48,4</u> 70,4	<u>26,7</u> 32,9	<u>30,3</u> 46,8	<u>37,8</u> 54,4	<u>39,4</u> 58,6	48,7	51,1
Фон 2 + Кодафол	<u>48,8</u> 60,2	<u>50,6</u> 73,0	<u>28,1</u> 41,2	<u>36,6</u> 48,6	<u>38,4</u> 50,7	<u>43,6</u> 60,8	48,5	55,8
Фон 2 + Микроэл	<u>51,0</u> 61,5	<u>52,0</u> 68,6	<u>29,1</u> 38,7	<u>36,5</u> 57,4	<u>40,0</u> 50,1	<u>44,3</u> 63,0	50,0	56,9
Фон 2 + Страда N	<u>50,2</u> 60,3	<u>49,5</u> 74,5	<u>35,5</u> 56,6	<u>41,5</u> 60,3	<u>42,8</u> 58,4	<u>45,5</u> 67,4	54,5	59,0
$HC_{05}$ зерно, ц/га	3,4	3,4	2,6	2,7	3,0	3,1		

Примечание. Для перевода в зерновые единицы: К зерна = 1,0; К соломы = 0,2.

На урожайность зерна озимой ржи значительно влияют минеральные удобрения.

В среднем за 2 года исследований установлено, что в вариантах без обработки семян и при посеве инокулированными семенами наиболее целесообразно на посевах озимой ржи применение по вегетации комплексного удобрения Страда N. Оно обеспечивает дополнительное получение, в зависимости от фона минеральных удобрений, от 2,8 до 4,2 ц/га (варианты без обработки) и 4,9-5,0 ц/га зерна озимой ржи (посев ржи обработанными Микромак семенами).

Установлена высокая эффективность комплексного препарата Микромак при инокуляции семян озимой ржи перед посевом. Так урожайность зерна озимой ржи увеличилась на 3,7 ц/га, или 12,6% к контролю без обработки. Более высокие прибавки урожая зерна – 4,9 – 7,1 ц/га получены в сочетании с внесением минеральных удобрений в дозах  $N_{40}P_{50}K_{70}$ . Максимальные прибавки урожая зерна 6,8-7,1 ц/га отмечены от двойного внесения в периоды кущения и трубкования таких удобрений как Микроэл и Страда N.

Урожайность соломы в среднем за годы исследований составила 39,5-69,8 ц/га. Более высокие показатели выхода соломы – 63,0-69,8 ц/га получены в вариантах с применением на двух фонах удобренности комплексного универсального препарата Страда N при посеве озимой ржи обработанными удобрением Микромак семенами.

Эффективность применяемых комплексных удобрений, способов их внесения отражают показатели общей продуктивности, выраженной в зерновых единицах. Данные общей продуктивности по вариантам опыта заметно выше на посевах озимой ржи, семена которой перед посевом обрабатывали комплексным удобрением Микромак. В среднем за два года исследований общая продуктивность по вариантам опыта составила 42,4-59,0 ц з.е/га. Отмечены положительная роль и эффективность некорневого внесения таких удобрений как Страда N, Микроэл, Кодифол в сочетании с предпосевной обработкой семян. Выявлено, что при двукратном внесении в период вегетации препарата Страда N на фоне применения минеральных удобрений как без подкормки азотными удобрениями, так и при подкормке азотом в дозе  $N_{20}$ , получена практически равнозначная общая продуктивность, составлявшая 58,3-59,0 ц з.е/га. По общей результативности действия на озимую рожь комплексные удобрения Микроэл, Кодифол на фоне Микромак + NPK +  $N_{20}$  несколько уступали по эффективности удобрению Страда N. В этих вариантах общая продуктивность составила 55,8-56,9 ц/га. В посевах озимой ржи без обработки семян максимальная продуктивность получена от применения комплексного удобрения Страда N на фоне  $N_{40}P_{50}K_{70}$  +  $N_{20}$ . Положительное влияние комплексных удобрений Микромак и Страда N отмечено в исследованиях с озимой пшеницей [13].

**Заключение.** Предпосевная обработка семян универсальным комплексным удобрением Микромак в среднем по вариантам опыта способствовала в фазе трубкования увеличению урожая зеленой массы озимой ржи на 1,7 т/га, в фазе цветения – молочной спелости на 7,2-7,3 т/га в сравнении с вариантами посева семенами без обработки. Наиболее эффективными на посевах ржи были комплексные удобрения Кодима Р, Микроэл и Страда N, которые на фоне  $N_{40}P_{50}K_{70}$  +  $N_{20}$ , внесенные

дважды за период вегетации, способствовали получению кормовой массы 49,2-43,9 т/га, тогда как урожайность фона составила 35,8 т/га. При возделывании озимой ржи на зеленый корм следует проводить обработку семян перед посевом комплексным удобрением Микромак с последующим двукратным внесением в период вегетации одного из следующих препаратов: Кодима Р, Микроэл и Страда N на фоне  $N_{40}P_{50}K_{70}$  +  $N_{20}$  и заготовку кормовой массы озимой ржи в фазе молочной спелости на сенаж или силос с добавлением бобового компонента или бобово-злаковых трав.

По всем вариантам опыта отмечена положительная роль предпосевного внесения удобрения Микромак с семенами, прибавки урожая зерна озимой ржи – от 1,6 до 7,1 ц/га. В среднем за годы исследований максимальная урожайность зерна 43,6-45,5 ц/га получена в сочетании предпосевной обработкой семян препаратом Микромак с двойным некорневым внесением комплексных удобрений Страда N, Микроэл, Кодифол на фоне  $N_{40}P_{50}K_{70}$  +  $N_{20}$ . Выявлена высокая эффективность действия препарата Страда N и в варианте без дополнительного внесения азотных удобрений. Установлено, что двойное некорневое внесение таких комплексных удобрений как Страда N, Микроэл, Кодифол на фоне  $N_{40}P_{50}K_{70}$  +  $N_{20}$  обуславливает высокую общую продуктивность.

#### Литература

1. Бурунов А. Н. Эффективность применения микроэлементного удобрения «Мегамикс» на яровой пшенице / А. Н. Бурунов // Нива Поволжья. – 2011. – № 1. – С.9-13.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
3. Калова, В.Х. Динамика питательных веществ по фазам развития озимой пшеницы в связи с применением минеральных удобрений. / В.Х. Калова // Заметки ученого. – 2015. – № 6-1. – С. 35-38.
4. Кобылянский В.Д. и др. Изучение инновационной зернофуражной низкопентозановой озимой ржи // Пермский аграрный вестник. – 2014. – №1. – С. 10-16.
5. Кузьминых А. Н. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой ржи и яровой пшеницы / А. Н. Кузьминых // Научное обеспечение инновационного развития АПК: сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию государственности Удмуртии. — Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. — С.131-135.
6. Лазарев В.И. Влияние комплексных удобрений с микроэлементами на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Курской области/В.И. Лазарев, А.Б.Варганов// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №6. – С.45-48.
7. Практикум по агрохимии: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. ак. В. Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
8. Скороходов, В.Ю. Накопление и использование нитратного азота озимой рожью и яровой твердой пшеницей в весенне-летний период на черноземах южных Оренбургского Предуралья. / В.Ю. Скороходов // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – №3. – Т. 101. – С. 163-171.
9. Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Харитонова А.Ф., Толстоусов В.П., Ефимова Н.К., Бушуев Н.Н. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления. – М., 2009. – 520 с.
10. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н. Агрохимия в решении задач продовольственной безопасности//Агрохимия в XXI веке. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной памяти академика РАН В.Г. Минеева. 27-28 сентября 2018. / Под ред. Романенкова В.А. – М., 2018. – 280 с.
11. Тихонов Н.И., Авдеев А.А. Реакция ярового ячменя на микроудобрения и гербициды в условиях сухостепной зоны Волгоградской области// Плодородие. – 2015. – №6 – С.10-12.
12. Федотов, В.А. Растениеводство: учебник. – СПб.: Лань, 2015. – 336 с.
13. Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Волкова Е.С. Формирование урожая зерна озимой пшеницы под влиянием минеральных и комплексных удобрений в условиях Северо-Запада России // Кормопроизводство. – 2020. – №5. – С. 34-44.

T.V. Shaykova, Ph.D., M.V. Dyatlova, Ph.D., E.S. Volkova,  
Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Russia,  
info.psk@fncl.ru, t.shaykova.psk@fncl.ru

Two years of research have studied the role of complex fertilizers and ways of their introduction to the productivity of winter rye feed. The positive effect of pre-planting seed processing of winter rye with Micromac fertilizer has been established. The extra-root two-fold insertion of vegetative plants into the phases of the kusing and the tube of certain concentrations of fertiliser solutions Kodima R, Kodafol, Microel, Strada N on two mineral food backgrounds had a positive effect to varying degrees on the release of feed mass in the phases of development and the overall productivity of winter rye.

Keywords: winter rye, grain, straw, general productivity, mineral fertilizers, new complex fertilizers, ways to make.

УДК 633.15:631.86:631.559

DOI: 10.25680/S19948603.2022.125.04

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ

И.Р. Вильдфлуш, д.с.-х.н., А.Р. Цыганов ак. НАН Беларуси, С.С. Мосур, УО БГСХА  
ул. Мичурина 5, Горки 213407; тел. (+37525)7076688, e-mail: sergey.smith.93@mail.ru

Применение макро-, микроудобрений и регулятора роста Экосил повышало фотосинтетическую деятельность посевов и урожайность зелёной массы кукурузы. При минеральной системе удобрения более высокая урожайность зелёной массы кукурузы (636 и 639 ц/га) была при некорневой подкормке МикроСтим Zn на фоне  $N_{120+30}P_{70}K_{120}$  и Кристалон на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ . Наибольших значений площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза и урожайность зелёной массы кукурузы (737 ц/га) отмечены при сочетании 60 т/га навоза +  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  + МикроСтим Zn.

Ключевые слова: кукуруза, удобрение, урожайность, площадь листьев, чистая продуктивность фотосинтеза, фотосинтетический потенциал.

Для цитирования: Вильдфлуш И.Р., Цыганов А.Р., Мосур С.С. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность кукурузы// Плодородие. – 2022. – №2. – С. 16-18. DOI: 10.25680/S19948603.2022.125.04.

Кукуруза – универсальная культура, широко используется на различные цели: кормовые, технические и пищевые [1–3]. В Беларуси кукуруза традиционно возделывается как силосная культура.

Посевам кукурузы необходимо меньше ресурсов для создания каждой тонны урожая, так как в растениях кукурузы фотосинтез осуществляется по более эффективному  $C_4$ -пути, по сравнению с культурами, фотосинтез в которых проходит по  $C_3$ -пути [1, 4].

Листья кукуруза способны фиксировать  $CO_2$  не только в реакциях цикла Кальвина, но и другим путем, в ходе которого появляются  $C_4$ -кислоты – шавелевоуксусная (оксалоацетат), яблочная (малат) и аспарагиновая (аспартат). Такой способ связывания углекислоты получил название  $C_4$ -пути фотосинтеза (цикл Хэтча-Слэка) [5].

**Цель исследований** – изучить влияние органических и минеральных макро-, микро-, комплексных удобрений и регулятора роста на фотосинтетическую деятельность посевов и урожайность кукурузы при возделывании на силос на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

**Методика.** Исследования проводили на опытном поле «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2018 – 2020 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на легком лессовидном суглинке, подстилаемой с глубины около 1 м моренным суглинком.

Почва опытного участка имела слабокислую реакцию, среднюю обеспеченность гумусом, подвижными формами меди и цинка, повышенное содержание подвижных форм фосфора, повышенное и высокое содержание подвижных форм калия (по методу Кирсанова) (табл. 1).

1. Агрохимические показатели почвы опытного участка

Год исследо- вания	pH <sub>KCl</sub>	1.4. Ресурсы кормовых добавок по питательным веществам				Гумус, %
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn	
		мг/ кг почвы				
2018	5,60	238	291	3,47	4,44	1,51
2019	5,24	217	316	2,57	4,00	1,54
2020	5,83	234	328	1,52	3,91	1,60

Объект исследований – гибрид кукурузы Ладога ФАО 240. Среднеранний. Включён в Государственный реестр сортов Беларуси в 2012 г.

В опытах применяли: мочевины (46 % N), аммонизированный суперфосфат (30 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 9 % N), хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O), комплексное удобрение для кукурузы, марка 15–12–19 с 0,2 % Zn и 0,1 % B, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси; органические удобрения – навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22, N – 0,50–0,52, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,21–0,22 и K<sub>2</sub>O – 0,55–0,57 %), микроудобрения Адоб-Zn (Польша) (6,2 % Zn, 9 N и 3 % Mg), МикроСтим-Zn (6–8 % Zn, 9–11 % N), МикроСтим-Cu (6–10 % N, 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим-Zn,B (4,6 % Zn, 9,3 N, 3,0 % B, гуми-