

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ СОРТА КАМАШЕВСКИЙ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ В УСЛОВИЯХ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Захаров Николай Григорьевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

**Хайртдинова Наталья Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, Бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422) 55-95-68;

e-mail: agroec@yandex.ru

**Ключевые слова:** ячмень, азофоска, урожайность, питательные элементы, гидротермический коэффициент, белок.

В длительном стационаре ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ им. П.А.Столыпина в пятипольном зернопаровом севообороте с чередованием культур пар сидеральный – озимая пшеница – яровая пшеница – соя – ячмень в 2018-2021 гг. проводилось изучение влияния возрастающих доз (0, 20, 40, 60 кг д.в./га) минерального удобрения на урожайность и качество зерна ярового ячменя сорта Камашевский. При увеличении доз минерального удобрения урожайность возрастала на 15,5-21,6% по отношению к варианту без внесения удобрения. Установлено, что максимальная урожайность ячменя в среднем за 4 года 3,84 т/га была получена при внесении минерального удобрения в дозе 60 кг д.в./га, при урожае на контрольном варианте 3,01 т/га. Исследования показали, что применение минерального удобрения под яровой ячмень приводило к значительному повышению сбора белка. Максимум отмечен при использовании азофоски в дозе 60 кг/га д.в. во все годы исследований (243–611 кг/га). Рассчитан вынос питательных элементов с урожаем зерна ячменя. На варианте  $N_{60}P_{60}K_{60}$  вынос составил: азота – 707 кг/га, фосфора – 369, калия – 238 кг/га. В статье показано влияние метеорологических условий на урожайность ячменя. Рассчитаны уравнения регрессии зависимости содержания белка от различных доз минерального удобрения и влагообеспеченности, которые складывались в годы исследований в репродуктивный период колошение-полная спелость. Согласно уравнениям регрессии содержание белка в урожае зерна ячменя на 57% определялось уровнем минерального питания и на 6% - гидротермическими условиями года.

### Введение

В структуре посевных площадей ячмень занимает важное место, что связано с комплексом биологических особенностей этой культуры. Ячмень характеризуется более коротким по сравнению с другими зерновыми культурами вегетационным периодом. Кроме того, культура отличается холодостойкостью и высокой технологичностью [1].

Поволжский регион является одним из крупнейших производителей как фуражного, так и пивоваренного зерна ячменя. По данным А.Х. Куликовой и др. (2011), культура в структуре севооборотов региона занимает 18-21% при средней урожайности 1,6-1,8 т/га [2]. Таким образом, высокий потенциал этой культуры при возделывании в Ульяновской области по-прежнему остается недостаточно раскрытым.

Характерной особенностью ячменя является его высокая отзывчивость на удобрения, поэтому их применение в технологии возделывания ячменя – одно из условий получения высоких урожаев культуры с одновременным улучшением его качества. Однако их использование должно быть научно обосновано для опреде-

ленных почв, природных и климатических условий [3].

Исходя из вышеизложенного, цель исследований заключалась в изучении влияния различных доз (20, 40, 60 кг/га д.в.) минерального удобрения (азофоски) на урожайность и качество зерна ярового ячменя сорта Камашевский в условиях Ульяновской области на черноземе выщелоченном.

### Материалы и методы исследований

Обоснование теоретических и практических вопросов применения удобрений требует проведения исследований в условиях долговременных стационарных полевых опытов [4].

Нами проводились исследования по изучению различных условий минерального питания ярового ячменя сорта Камашевский на стационарном полевом опыте кафедры почвоведения, агрохимии и агроэкологии ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ им. П.А.Столыпина, включенного в государственный реестр длительных опытов «Географическая сеть опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами» № 121.

Действие удобрений испытывали в 2018-2021 гг. в 5-ти польном зерновом сидеральном

## Урожайность ячменя, т/га

Вариант опыта	Год исследований					Отклонения от контроля	
	2018	2019	2020	2021	средняя	±	%
1. Контроль	4,19	2,81	3,44	1,54	3,01		
2. N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	4,49	2,84	3,73	1,75	3,20	+0,19	6,0
3. N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	4,81	3,02	4,27	1,92	3,51	+0,50	15,0
4. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,18	3,42	4,71	2,04	3,84	+0,83	21,6
НСР <sub>05</sub>	0,23	0,37	0,4	0,18			

севообороте. Чередование культур в севообороте следующее:

1. пар сидеральный;
2. озимая пшеница;
3. яровая пшеница;
4. соя;
5. ячмень.

Перед закладкой опыта были проведены агрохимические исследования, согласно которым пахотный слой чернозема выщелоченного характеризовался следующими показателями: содержание гумуса -4,5-4,7%, фосфора (по Чирикову) -140-162 мг/кг, калия – 141-161 мг/кг.

Минеральное удобрение (азофоска) внесли при проведении предпосевной культивации. Азофоска – комплексное, твердое, гранулированное азотно-фосфорно-калийное удобрение. Содержание NPK составляет 16:16:16. В качестве органических удобрений использовалась солома предшествующей культуры севооборота.

Как отмечалось выше, изучался сорт ярового ячменя Камашевский (*Hordeum Vulgare* L.), который относится к разновидности нутанс. Сорт характеризуется как среднеспелый при средней урожайности в регионе 30,7 ц/га с содержанием белка – 10,5-15,6%. В зависимости от условий года период вегетации культуры может колебаться в пределах 69-90 дней.

При организации полевых опытов, наблюдения и лабораторные анализы проводились по соответствующим методикам и ГОСТам.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (азофоску не вносили); 2. NPK в дозе 20 кг/га д.в.; 3. NPK в дозе 40 кг/га д.в.; 4. NPK в дозе 60 кг/га д.в.

В опыте общая площадь делянки составляла 288 м<sup>2</sup> при систематическом их размещении. Опыт закладывался в 3-х кратном повторении.

### Результаты исследований

Основной задачей земледелия является получение максимального и качественного урожая сельскохозяйственных культур, поэтому

Таблица 2

### Содержание питательных элементов в зерне ячменя (в среднем за 2018-2020 гг.),%

Варианты опыта	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Контроль	1,64	0,77	0,49
2. N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	1,69	0,78	0,50
3. N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	1,77	0,83	0,54
4. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,84	0,96	0,62

эффективность технологических приемов в первую очередь определяется именно этими параметрами.

В зависимости от вариантов опыта прирост урожайности ячменя составлял 0,19-0,83 т/га или 6,0-21,6% (табл. 1).

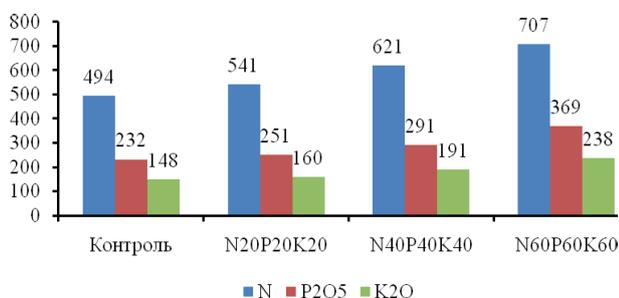
Урожайность варьировала от 1,54 до 4,19 т/га на контрольном варианте по годам исследований. На фоне внесения азофоски в дозе 20 кг/га д.в. урожайность ячменя увеличилась по отношению к контролю на 0,19 т/га или 6%. Повышение дозы внесения азофоски до 40 кг/га д.в. способствовало увеличению урожайности на 0,50 т/га или 15,5% по отношению к варианту без внесения удобрений. Наиболее эффективное влияние на повышение урожайности ярового ячменя сорта Камашевский оказала минеральная система удобрения N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 0,83 т/га или 21,6% (в среднем за 4 года исследований).

Необходимо отметить, что минеральные удобрения оказывают значительное влияние на накопление N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O в растениях, в частности в урожае зерна, поэтому при оценке их эффективности важное значение имеет изучение химического состава продукции [5; 6].

При проведении полевых и лабораторных исследований получены следующие результаты. В среднем за четыре года на контрольном варианте (без внесения удобрений) содержание азота в зерне ячменя составило 1,64%, фосфора – 0,77%, калия – 0,49% (табл. 2).

При увеличении доз минерального удобрения содержание питательных элементов по-

вышалось. Азота в зерне накапливалось от 1,69 до 1,84%, фосфора – от 0,78 до 0,96%, калия – от 0,50 до 0,62% калия. На основании полученных данных по изучению химического состава основной продукции ячменя рассчитан вынос элементов питания товарной продукцией (зерно). Результаты исследований представлены на рисунке 1.



**Рис. 1 – Влияние минеральных удобрений на вынос питательных элементов с урожаем зерна ячменя без учета побочной продукции (в среднем за 2018-2020 гг.), кг/га**

Меньше всего с урожаем зерна ячменя N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O выносилось с зерном на варианте без удобрений. Наибольшие показатели выноса характерны для варианта с внесением повышенных доз (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>).

Такое увеличение закономерно. При повышении доз минерального удобрения возрастала продуктивность ячменя и поглощение растениями азота, фосфора и калия на формирование урожая, что способствовало увеличению выноса элементов с зерном ячменя.

На варианте без использования удобрений (контроль) вынос азота составил 494 кг/га. На 2 варианте (N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub>) данный показатель достигал 541 кг/га, что в 1,1 раза выше, чем на контрольном варианте. При увеличении дозы внесения до 40 и 60 кг/га д.в. количество выносимого азота составляло 621 и 707 кг/га или увеличивалось в 1,3 и 1,4 раза соответственно.

В опытах вынос фосфора был в два раза ниже, чем вынос азота. Он изменялся в зависимости от вариантов опыта от 232 до 369 кг/га. Увеличение дозы внесения минеральных удобрений повышало вынос этого элемента на 8 (N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub>), 20 (N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>) и на 37% (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>).

Изменения в накоплении калия также имели тенденцию к увеличению на варианте N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Вынос калия изменялся от 148 кг/га (контрольный вариант) до 238 кг/га (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>). Таким образом, внесение азофоски способствовало увеличению выноса калия урожаем зерна

ячменя на 90 кг/га.

Исследованиями установлено, что зерно ярового ячменя – высокобелковый корм, который сбалансирован по аминокислотному составу, поэтому важно при разработке агротехнологий с внесением минеральных удобрений учитывать факторы, способствующие увеличению его питательной и кормовой ценности, в том числе и по содержанию белка в зерне [7; 8; 9; 10].

В наших исследованиях изучаемые варианты оказывали влияние на содержание белка в зерне ярового ячменя. Результаты представлены в таблице 3.

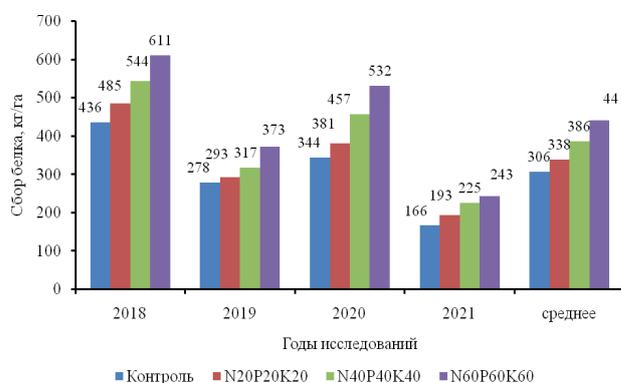
**Таблица 3**

**Содержание белка в зерне ячменя, %**

Вариант опыта	Год исследований				
	2018	2019	2020	2021	среднее
1. Контроль	10,4	9,9	10,0	10,8	10,3
2. N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	10,8	10,3	10,2	11,0	10,6
3. N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	11,3	10,5	10,7	11,7	11,1
4. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	11,8	10,9	11,3	11,9	11,5
НСР <sub>05</sub>	1,1	0,5	0,5	0,8	–

Применение минерального удобрения в дозе 20 кг/га д.в. во все годы исследований несущественно повышало содержание белка в зерне по сравнению с контролем. Максимальное его значение наблюдалось на варианте с дозой внесения азофоски 60 кг/га д.в., что выше варианта, где не вносили азофоску на 1,0-1,4%.

Как показывают результаты исследований, представленные на рисунке 2, внесение минерального удобрения способствовало повышению сбора белка с урожаем зерна ячменя (рис. 2).



**Рис. 2 – Белковая продуктивность ячменя сорта Камашевский, кг/га**

**Обсуждение**

Ячмень по сравнению с другими злако-

выми культурами характеризуется засухоустойчивостью, что важно для условий Ульяновской области, которая подвержена почвенным и воздушным засухам. Но дефицит влаги в отдельные периоды развития ячменя может приводить к снижению его продуктивности. Исследования ученых показали, что недостаток весенней влаги способствует снижению получения дружных всходов и изреживанию посевов [11].

По мнению С.Н. Зюба (2012), температурный режим, складывающийся в период посев – колошение ячменя, имеет значительное влияние на урожайность ( $r = 0,81$ ). При этом автор подчеркивает, что влияние осадков наиболее интенсивно проявляется в период выход в трубку – колошение ( $r = 0,91$ ) [12]. Наши исследования подтверждают мнение ученых. Корреляционно-регрессионный анализ показал, что сильная зависимость урожайности зерна ячменя от температурного режима наблюдалась в период посев – колошение при коэффициенте корреляции  $r = 0,88$ , а с суммой осадков в период выхода в трубку-колошение ( $r = 0,93$ ).

Перед современным земледелием встает множество вопросов по повышению качества зерна, в том числе особо остро стоит вопрос дефицита белка. По мнению авторов, при возделывании ячменя в кормовых целях оптимальное содержание белка должно достигать 16%. Но при этом не всегда повышенное его содержание в зерне способствует увеличению белковой продуктивности культуры. Сбор белка может в значительной степени определяться уровнем урожайности [13, 14, 15, 16].

Для анализа влияния влагообеспеченности территории на содержание белка в зерне ячменя сорта Камашевский рассчитывали гидротермический коэффициент по методу Г.Т. Селянинова в репродуктивный период (колошение-полная спелость).

Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) – показатель увлажнённости территории, который был установлен советским климатологом Г.Т. Селяниновым. Коэффициент рассчитывается по отношению суммы осадков в мм за период со среднесуточной температурой выше  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  к сумме температур за этот же период [17, 18].

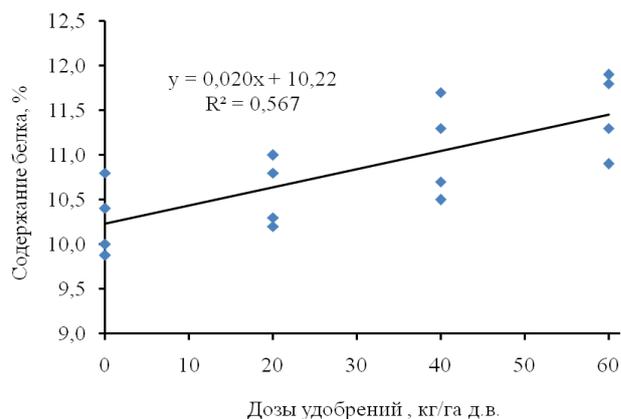
Согласно градации, если расчетный показатель ГТК меньше 0,4 ед., то период характеризуется как очень сильно засушливый. Сильная засуха характерна для территорий со следующими показателями:  $0,4 \leq \text{ГТК} < 0,5$ . При ГТК больше 0,5 и меньше 0,7 период характеризуется как

средне засушливый, при уровне  $0,7 \leq \text{ГТК} \leq 1,0$  – недостаточно влажный,  $1,0 < \text{ГТК} \leq 2,0$  – достаточно влажный. При  $\text{ГТК} > 2,0$  территория переувлажнена [18].

В 2018, 2019 и 2020 гг. в период колошение-полная спелость ГТК находился на уровне 0,3, 0,5, 0,7 ед. соответственно, что характеризует его как засушливый ( $0,4 \leq \text{ГТК} < 0,5$  – сильная засуха;  $0,5 \leq \text{ГТК} < 0,7$  – средне засушливо). В 2021 году период колошение-полная спелость характеризовался как достаточно влажный при ГТК 1,1 ед. ( $\text{ГТК} \geq 1,0-1,5$  – достаточное количество влаги).

В пределах полученных экспериментальных данных по величине содержания белка в зерне ячменя рассчитана зависимость его накопления в период колошение-полная спелость от уровня минерального питания (рис. 3). С усилением уровня минерального питания содержание его повышалось.

Содержание белка согласно уравнению регрессии  $y = 0,0204x + 10,229$  на 57% определялось уровнем минерального питания и гидротермическими условиями года  $y = 0,4814x + 10,53$  на 6%.



**Рис. 3 – Зависимость содержания белка в зерне ячменя от доз минеральных удобрений в период колошение – полная спелость**

Белковая продуктивность изменялась как по годам, так и по вариантам опыта. Сбор белка на контрольном варианте в годы исследований варьировал от 166 до 436 кг/га. При внесении минеральных удобрений под яровой ячмень наблюдалось значительное повышение данного показателя по вариантам опыта. При внесении азофоски в дозе 60 кг/га белковая продуктивность повышалась во все годы исследований и находилась в пределах 243-611 кг/га. Если сравнивать варианты без внесения удобрений и вариант с дозой 20 кг/га д.в., то значительных изменений показателя не наблюдалось. На

варианте  $N_{40}P_{40}K_{40}$  сбор белка составлял 317-544 кг/га. Таким образом, в среднем за четыре года исследований максимальная белковая продуктивность ярового ячменя сорта Камашевский составила 441 кг/га на варианте  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , что выше контроля на 135 кг/га.

#### **Заключение**

Применение в технологии ярового ячменя сорта Камашевский азофоски обеспечивало стабильное повышение урожайности при улучшении его качества. Прибавка урожайности на варианте  $N_{60}P_{60}K_{60}$  составляла 0,83 т/га по сравнению с контролем. Установлены тесные корреляционные взаимосвязи между формированием урожайности ячменя и суммой активных температур в период посева – колошение ( $r = 0,88$ ) и суммой осадков в фазу колошения ( $r = 0,93$ ).

Отмечено закономерное увеличение выноса питательных элементов при повышении доз минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$ : азота – 707 кг/га, фосфора – 369, калия – 238 кг/га.

Установлена зависимость содержания белка от вариантов опыта и влагообеспеченности в репродуктивный период (колошение – полная спелость). Согласно уравнениям регрессии содержание белка на 57% определялось уровнем минерального питания и на 6% – гидротермическими условиями года.

Внесение азофоски под яровую ячмень способствовало значительному повышению сбора белка по вариантам опыта. Так при внесении азофоски в дозе 60 кг/га д.в. сбор белка увеличивался от 243 (2021 г.) до 611 кг/га (2018 г.).

#### **Библиографический список**

1. Абашев, В.Д. Влияние минеральных удобрений на урожайность зерна ячменя / В.Д. Абашев, Ф.А. Попов, Е.В. Светлакова // Пермский аграрный вестник. – 2015. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mineralnyh-udobreniy-na-urozhaynost-zerna-yachmenya>
2. Куликова, А.Х. Эффективность предпосевной обработки семян ячменя биопрепаратами и диатомитовым порошком в условиях Ульяновской области / А.Х. Куликова, С.А. Никифорова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4 (16). – С. 26-32.
3. Романенко, Г.А. Удобрения. Значение, эффективность применения: справочное пособие / Г.А. Романенко, А.И. Тютютников, В.Г.Сычев // М., 1998. – 376 с.
4. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. М.: ВИУА. – 1986. – Ч 1. – 148 с.

5. Шпока, Е.И. Влияние комплексного применения макро- и микроудобрений на урожайность и вынос элементов питания ячменем при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / Е.И. Шпока // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 2(49). – С. 128-134

6. Щетко, А.И. Влияние применения удобрений на урожайность и вынос элементов питания ячменя при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / А.И. Щетко, А.Р. Рыбак // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1 (52). – С. 250-256. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://aw.belal.by/russian/science/soilandagro\\_pdf/52/52-22.pdf](http://aw.belal.by/russian/science/soilandagro_pdf/52/52-22.pdf)

7. Федюшкин, А.В. Влияние систематического внесения удобрений на урожайность и качество ярового ячменя / А.В. Федюшкин, А.В. Парамонов, В.И. Медведева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(72). – С. 81-84

8. Парамонов, А.В. Влияние метеорологических условий на урожайность и качество зерна в Приазовской зоне Ростовской области / А.В. Парамонов, А.В. Федюшкин, О.А. Целуйко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 2(38). – С. 151-162 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sistematicheskogo-vneseniya-udobreniy-na-urozhay-i-kachestvo-zerna-yarovogo-yachmenya>

9. Sanina, N.V. The productivity and spring barley grain quality depending on mineral fertilizer systems / N.V. Sanina // BIO OF Coferences. – 2020. – V. 27.

10. Hakala, K. Different responses to weather events may change the cultivation balance of spring barley and oats in the future / K. Hakala [et al.] // Fild Crops Research. – 2020. – V 259.

11. Осин, А.Е. Ячмень – высокоурожайная культура / А.Е. Осин // Минск: Ураджай. – 1983. – 79 с.

12. Зюба, С.Н. Условия выращивания и кормовая продуктивность ярового ячменя / С.Н. Зюба // Земледелие. – № 4. – 2012. – С. 47-48.

13. Лойкова, А.В. Влияние сорта и условий выращивания на урожайность и содержание протеина в зерне голозерного ячменя // Научное обеспечение национального проекта развития АПК Тюменской области: состояние и перспективы: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. (26-27 февраля 2009 года, г. Тюмень) / РАСХН СО ГНУ НИИСХ Северного Зауралья. – Тюмень. – 2009. – С. 167-171.

14. Фомина, М.Н. Качество зерна перспективных селекционных линий ячменя в условиях Северного Зауралья / М.Н. Фомина, В.А. Котле-

ров// Аграрные проблемы Северного Зауралья: сб. науч. тр. Междунар. конф. (Тюмень, 10-13 июля 2007 г.) / Россельхозакадемия, Сибирское отделение, ГНУ НИИСХ Северного Зауралья СО Россельхозакадемии. – Тюмень: Вектор Бук, 2007. – С. 153-156.

15. Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна / Н.С. Беркутова. – М.: Росагропромиздат. – 1991. – 205 с.

16. Заушинцена, А.В. Селекция ярового яч-

меня в условиях Кузнецкой котловины: дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16. – Кемерово. – 2001. – 269 с.

17. Справочник эколого-климатических характеристик г. Москвы / под ред. А.А. Исаева. – М.: Изд-во геогр. ф-та МГУ. – 2005. – Т. 2. – 412 с.

18. Переведенцев, Ю. П. Агроклиматические ресурсы Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур / Ю.П. Переведенцев, Р.Б. Шарипова, Н.А. Важнова // Вестник УдГУ. Сер. Биология, Науки о Земле. 2012. – №2. – С. 120-126.

## USAGE OF MINERAL FERTILIZERS IN BARLEY CULTIVATION TECHNOLOGY OF KAMASHEVSKIY VARIETY ON LEACHED BLACK SOIL IN THE CONDITIONS OF ULYANOVSK REGION

Zakharov N.G., Khairtdinova N.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State Agrarian University  
432017, Ulyanovsk, NovyiVenets Boulevard, 1; tel.: 8(8422) 55-95-68;  
e-mail: agroec@yandex.ru

**Key words:** barley, azofoska (nitrogen-phosphorus-potassium fertilizer), productivity, nutrients, hydrothermal coefficient, protein.

A study was conducted on the effect of increasing doses (0, 20, 40, 60 kg of application rate /ha) of mineral fertilizers on yield and grain quality of Kamashevskiy spring barley variety. The study was carried out in a long-term stationary plot of Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin in a five-field grain fallow crop rotation according to the following scheme: green manure fallow - winter wheat - spring wheat - soybean - barley in 2018-2021. In case of increase of mineral fertilizer doses, the yield increased by 15.5-21.6% compared to the variant without fertilization. It was established that the maximum barley yield was 3.84 t/ha on average for 4 years, it was obtained when mineral fertilizer was applied at a dose of 60 kg of a.r. / ha, whereas the yield of the control variant was 3.01 t/ha. Studies revealed that application of mineral fertilizer for spring barley led to a significant increase of protein accumulation. The maximum was noted when azofoska was used at a dose of 60 kg/ha of a.r. in all years of research (243–611 kg/ha). The removal of nutrients with barley grain was calculated. As for  $N_{60}P_{60}K_{60}$  variant, the removal was: nitrogen - 707 kg/ha, phosphorus - 369, potassium - 238 kg/ha. The article shows the influence of meteorological conditions on barley yield. The regression equations for dependence of protein content on various doses of mineral fertilizer and moisture supply, which were formed during research years in the heading-full ripeness period, were calculated. According to the regression equations, the protein content in barley grain was determined by 57% by the level of mineral nutrition and by 6% by the hydrothermal conditions of the year.

### Bibliography:

1. Abashev, V.D. Influence of mineral fertilizers on barley grain yield / V.D. Abashev, F.A. Popov, E.V. Svetlakov // Perm Agrarian Vestnik. - 2015. - [Electronic resource]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-mineralnyh-udobreniy-na-urozhaynost-zerna-yachmenya>
2. Kulikova, A.Kh. Efficiency of pre-sowing treatment of barley seeds with biological preparations and diatomite powder in the conditions of Ulyanovsk region / A.Kh. Kulikova, S.A. Nikiforova // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2011. - № 4 (16). - P. 26-32.
3. Romanenko, G.A. Fertilizers. Significance, effectiveness of application: reference manual / G.A. Romanenko, A.I. Tyutyunnikov, V.G. Sychev // M., 1998. - 376 p.
4. Recommended practices for conducting research in long-term experiments with fertilizers. M.: All-Russian Research Institute of Fertilizers and Agrosoil Science. - 1986. - P. 1. - 148 p.
5. Shpoka, E.I. Influence of complex application of macro- and microfertilizers on yield and removal of nutrients by barley when cultivated on sod-podzolic sandy loamy soil / E.I. Shpoka // Soil science and agrochemistry. - 2012. - № 2 (49). - P. 128-134
6. Shchetko, A.I. Influence of fertilizer application on yield and removal of barley nutrients in cultivation on soddy-podzolic sandy loamy soil / A.I. Shchetko, A.R. Rybak // Soil science and agrochemistry. - 2014. - № 1 (52). - P. 250-256. [Electronic resource]. Access mode: [http://aw.belal.by/russian/science/soilandagro\\_pdf/52/52-22.pdf](http://aw.belal.by/russian/science/soilandagro_pdf/52/52-22.pdf)
7. Fedyushkin, A.V. Influence of systematic fertilization on yield and quality of spring barley / A.V. Fedyushkin, A.V. Paramonov, V.I. Medvedev // Izvestiya of Orenburg State Agrarian University. - 2018. - № 4 (72). - P. 81-84
8. Paramonov, A.V. Influence of meteorological conditions on productivity and quality of grain in the Azov zone of the Rostov region / A.V. Paramonov, A.V. Fedyushkin, O.A. Tseliuko // Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems. - 2020. - № 2 (38). - P. 151-162 [Electronic resource]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-sistemicheskogo-vneseniya-udobreniy-na-urozhay-i-kachestvo-zerna-yarovogo-yachmenya>
9. Sanina, N.V. The productivity and spring barley grain quality depending on mineral fertilizer systems / N.V. Sanina // BIO OF Coferences. - 2020. - V. 27.
10. Hakala, K. Different responses to weather events may change the cultivation balance of spring barley and oats in the future / K. Hakala [et al.] // Field Crops Research. - 2020. - V 259.
11. Osin, A.E. Barley is a high-yield crop / A.E. Osin // Minsk: Urzhay. - 1983. - 79 p.
12. Zyuba, S.N. Growing conditions and feed productivity of spring barley / S.N. Zyuba // Agriculture. - № 4. - 2012. - P. 47-48.
13. Loikova, A.V. Influence of the variety and growing conditions on yield and protein content in grain of hullless barley // Scientific support of the national project for development of the agro-industrial complex of Tyumen region: state and prospects: collection of scientific works of International scientific-practical conference (February 26-27, 2009, Tyumen) / State Scientific Institution Siberian Research Institute of Agriculture of the Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences of the Northern Trans-Urals. - Tyumen. - 2009. - P. 167-171.
14. Fomina, M.N. Grain quality of high-potential breeding lines of barley in the conditions of the Northern Trans-Urals / M.N. Fomina, V.A. Kotlerov // Agrarian problems of the Northern Trans-Urals: collection of scientific works of International conference (Tyumen, July 10-13, 2007) / Russian Agricultural Academy, Siberian Branch, State Scientific Institution Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals of the Russian Agricultural Academy. - Tyumen: Vector Buk, 2007. - P. 153-156.
15. Berkutova, N.S. Methods for assessment and formation of grain quality / N.S. Berkutov. – M.: Rosagropromizdat. - 1991. - 205 p.
16. Zaushintsena A.V. Selection of spring barley in the conditions of the Kuznetsk basin: dissertation of Dr. of Biological Sciences: 03.00.16. – Kemerovo. - 2001. - 269 p.
17. Reference book of ecological and climatic characteristics of Moscow / ed. by A.A. Isaev. - M.: Publishing house of geogr. faculty of Moscow State University. - 2005. - V. 2. - 412 p.
18. Perevedentsev, Yu.P. Agroclimatic resources of Ulyanovsk region and their influence on productivity of grain crops / Yu.P. Perevedentsev, R.B. Sharipova, N.A. Vazhnova // VestnikUdSU. Series. Biology, Earth Sciences. 2012. - № 2. - P. 120-126.