

УДК 631.8:633.16

ЧУХИНА Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, декан факультета агрономии и лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина. Автор 86 научных публикаций

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯЧМЕНЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлены результаты исследований по влиянию различных доз удобрений на урожайность зерна ячменя, содержание в нем сырого белка и затраты элементов питания на единицу продукции. Выявлено, что удобрения повысили урожайность на 0,6–2,8 т/га, содержание сырого белка в зерне на 1,9–4,2 %. Расчетные дозы удобрений практически удвоили урожайность по сравнению с контролем, достигнув 4,6–5,2 т/га, приблизили фактические затраты элементов на тонну зерна с соответствующим количеством соломы к плановым.

Ключевые слова: ячмень, азотные, фосфорные, калийные удобрения, урожайность, затраты элементов питания.

Проблему обеспечения населения страны собственными продуктами питания невозможно решить без квалифицированного применения всех имеющихся ресурсов в каждом хозяйстве при оптимальных дозах удобрений [2]. Особенно велика роль удобрений в Нечерноземной зоне, где условия благоприятны для роста и развития культур, а почвы – бедные. Удобрения обеспечивают до 50 % и более сельскохозяйственной продукции возделываемых культур [3, 6].

Ячмень – одна из важнейших кормовых и технических культур. Основное количество зерна ячменя (около 70 %) в нашей стране идет

на кормовые цели. В зерне имеется полный набор незаменимых аминокислот. В белке содержится 2,5–2,9 % лизина, а в высокобелковых формах ячменя – до 4,9 %. В самом ячмене почти в 3,5 раза больше перевариваемого белка, чем в ржаной, и больше кормовых единиц, чем в соломе ржи, овса и пшеницы [5]. Использование ячменя как компонента комбикормов способствует увеличению выхода продукции животноводства.

Цель работы – изучить возможности получения плановой урожайности ячменя желаемого химического состава с одновременной оптимизацией обеспеченности дерново-подзо-

листой почвы питательными элементами при рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов доз удобрений и эффективность минимальной дозы минеральных удобрений.

Методика и условия. Исследования проводили в полевом стационарном опыте на опытном поле Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина с 2006 по 2007 годы. Опыт заложен в развернутом во времени и пространстве четырехпольном севообороте, в четырехкратной повторности со следующим чередованием культур: викоовсяная смесь, озимая рожь, картофель, ячмень. Размер делянок 140 м² (14 м x 10 м), учетная площадь не менее 36 м², размещение делянок – усложненное систематическое.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Пахотный слой почвы перед закладкой опыта (1990 год) характеризовался слабокислой реакцией среды (рН_{KCl} 5,1), содержанием подвижного фосфора и обменного калия соответственно 266 и 114 мг/кг почвы. Содержание гумуса в пахотном слое составляло 3,28 %, легкогидролизуемого азота – 86 мг/кг почвы. Перед 5-й ротацией севооборота (через 16 лет исследований) пахотный слой почвы характеризовался на контроле среднекислой реакцией среды (рН_{KCl} 4,9), содержанием подвижного фосфора и обменного калия соответственно 152 и 72 мг/кг почвы, содержанием гумуса – 2,64 %.

Схема опыта:

- 1 вариант – контроль (без удобрений)
- 2 вариант – N₁₂P₁₆K₁₆
- 3 вариант – N₈₀P₄₀K₆₀
- 4 вариант – N₁₂₀P₄₀K₆₀
- 5 вариант – N₃₀P₁₀K₂₀ + 1й год последствий
40 т/га компоста.

Дозы удобрений в 3–5 вариантах рассчитывали на планируемую урожайность ячменя 35 ц/га по формуле:

$$D = (V_y / K_6) \times 100,$$

где K₆ – балансовый коэффициент использования элемента из удобрений, %;

V_y – вынос с урожаем элемента в удобренном варианте, кг/га;

D – доза удобрения в удобренном варианте, кг д.в./га;

100 – коэффициент перевода в проценты [3].

Плановые K₆ фосфора и калия на этих вариантах составляли соответственно 100 и 150 %, а азота в 3 и 5 вариантах – 120 %, в 4 варианте – 80 %.

Высевали сорт ячменя «Выбор». Это высокоурожайный сорт, районированный для Вологодской области.

Фосфорно-калийные удобрения в виде двойного суперфосфата и калийной соли вносили вручную под основную обработку, при посеве вносили сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение, а аммиачную селитру – под предпосевную культивацию.

Учет урожайности ячменя проводили сплошным методом и приводили к стандартной влажности: зерно – 14 %, солома – 16 %. Соотношение между основной (зерном) и побочной (соломой) частями продукции урожаев устанавливали по пробным снопам. Содержание питательных элементов в зерне и соломе после мокрого озоления по К. Гинзбург определяли общепринятыми методами: азот – по Кьельдалю, фосфор – на фотоколориметре, калий – на пламенном фотометре [4].

Большое влияние на рост и развитие ячменя оказывают климатические условия. Климат района – умеренно-континентальный. Лето умеренно-теплое, зима холодная. Средняя температура самого холодного месяца – января – 10,8–11,6 °С. Средняя температура самого теплого месяца – июля колеблется от +17 °С до +20 °С, безморозный период составляет 115–120 дней. Годовое количество осадков 550–630 мм, в том числе за период температур выше +10 – 260 мм. Средняя высота снежного покрова 50–60 см [1].

Климатические условия за годы проведения исследований складывались следующим образом. Весна 2006 года была холодной и затяж-

БИОЛОГИЯ

ной, только во второй декаде апреля наблюдалось потепление. В мае преобладала холодная погода, среднесуточная температура оказалась на $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже многолетней. Сильные ливни прошли 21, 22 и 27, 28 мая. Среднесуточная температура в июне 2006 года значительно превысила многолетнее значение. Количество осадков, выпавших в период интенсивного развития культуры (июнь-июль 2006 года) незначительно отличался от среднего многолетнего значения. Весна 2007 года была затяжной и холодной. В начале марта среднесуточная температура воздуха составляла $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$, в первой декаде апреля достигла $-1-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (см. рис. 1, 2).

В первой и второй декаде мая наблюдалась холодная погода, а в третьей декаде температура достигла $+28+32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднемесячная температура третьей декады мая составила $18,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, что на $7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше многолетней. В июне отмечено обилие дождей ливневого характера, особенно 6,14–17 июня. В июле и августе преобладала теплая погода. В сентябре и октябре было достаточно тепло и сухо. Среднемесячная температура сентября составила $9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В целом, по погодным условиям 2006–2007 годов были благоприятными для ячменя, что и обеспечило его высокую продуктивность.

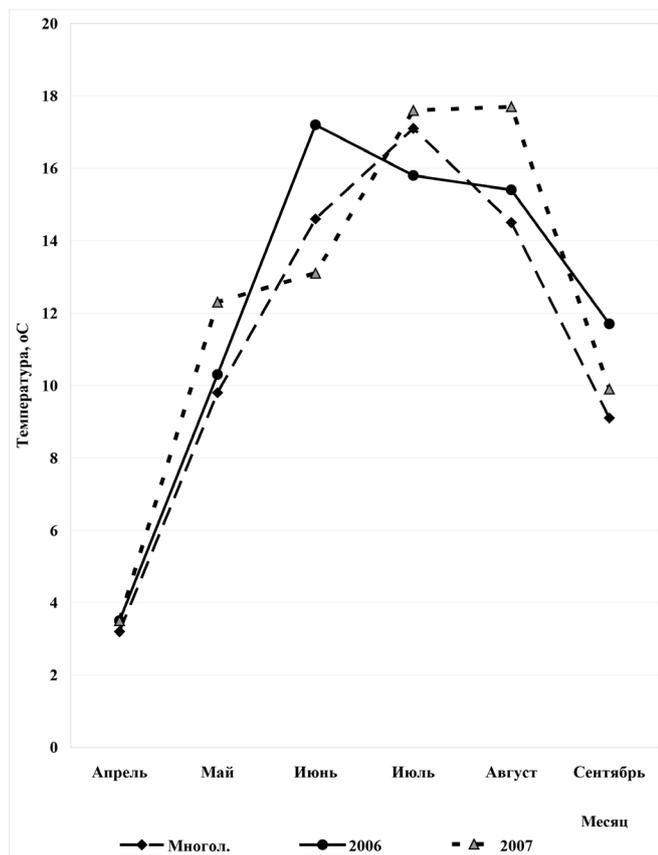


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха за период вегетации ячменя в годы исследований в сравнении со средним многолетним значением, $^{\circ}\text{C}$ (по данным Вологодского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды)

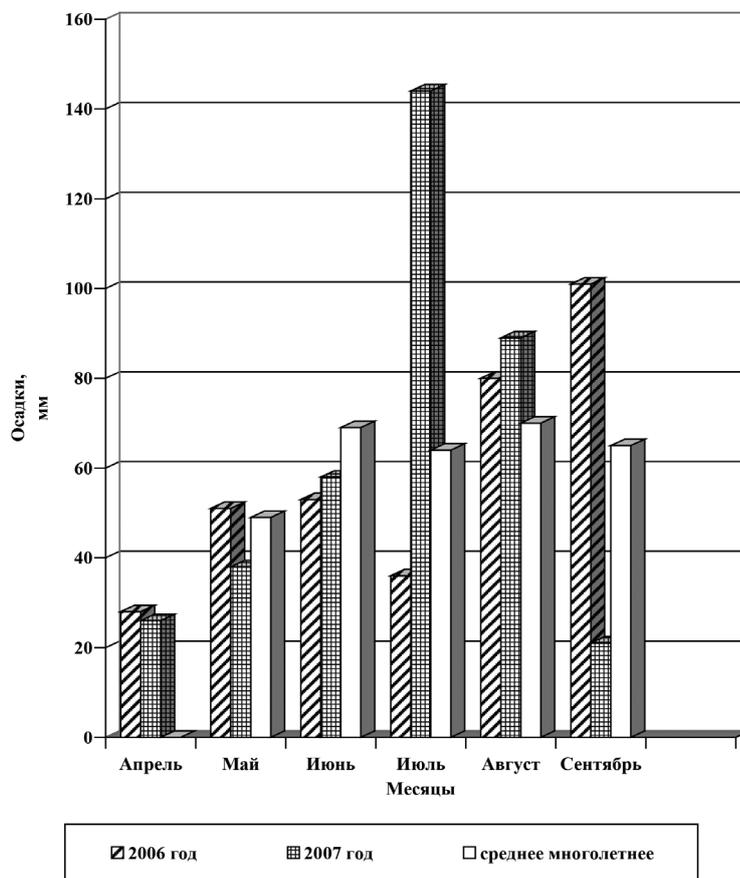


Рис. 2. Сумма осадков по месяцам за вегетационный период ячменя 2006, 2007 годов и среднее многолетнее значение (по данным Вологодского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды)

Результаты и их обсуждение. Урожайность культуры является основным показателем, характеризующим результативность любых мероприятий по ее возделыванию. Урожайность зависит от многих факторов, однако решающая роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и увеличении производства продукции растениеводства принадлежит удобрениям.

Изменение урожайности зерна ячменя при применении изучавшихся доз удобрений за годы исследований показано в *табл. 1*.

На урожайность ячменя оказывали влияние природно-климатические условия и удобрения. Применение удобрений в 2006–2007 годах ежегодно существенно повышало урожайность ячменя (кроме припосевного в 2007 году (2 вар.)). В среднем за два года прибавка урожая в удобренных вариантах составляла от 0,63 до 2,84 т/га.

Применение расчетных систем удобрения (3–5 вар.) ежегодно в 2006–2007 годах существенно повышало урожайность ячменя по сравнению с минимальной дозой (2 вар.), а в среднем за 2 года прибавка урожайности составила 1,60–2,21 т/га.

БИОЛОГИЯ

Таблица 1

УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ ЗА 2006–2007 гг., т/га

| № п./п. | Вариант | 2006 г. | 2007 г. | Средняя |
|---------|--|---------|---------|---------|
| 1 | контроль | 2,23 | 2,58 | 2,41 |
| 2 | N ₁₂ P ₁₆ K ₁₆ | 3,24 | 2,84 | 3,04 |
| 3 | N ₈₀ P ₄₀ K ₆₀ | 4,62 | 4,66 | 4,64 |
| 4 | N ₁₂₀ P ₄₀ K ₆₀ | 5,48 | 5,02 | 5,25 |
| 5 | N ₃₀ P ₁₀ K ₂₀ + последствие 40 т/га компоста | 4,96 | 4,48 | 4,72 |
| 6 | НСП ₀₅ | 0,49 | 0,63 | |

Таблица 2

СОДЕРЖАНИЕ СЫРОГО БЕЛКА В ЗЕРНЕ ЯЧМЕНЯ,
% НА АБСОЛЮТНО СУХУЮ МАССУ

| Вариант | 2006 г. | 2007 г. | Среднее |
|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 8,01 | 9,31 | 8,66 |
| 2 | 10,71 | 10,35 | 10,53 |
| 3 | 9,82 | 11,50 | 10,66 |
| 4 | 13,78 | 11,96 | 12,87 |
| 5 | 11,70 | 12,07 | 11,88 |

Фактическая урожайность ячменя ежегодно и в среднем за два года оказалась значительно выше (на 1,1–1,7 т/га), чем планировалось, что, вероятно, обусловлено благоприятными погодными и агротехническими условиями в годы исследований.

Максимальная доза азотного удобрения (4 вар.) дала в 2006 году существенную прибавку к другим изучавшимся минеральной и органо-минеральной системам (соответственно 0,52 и 0,86 т/га), а в 2007 году расчетные системы удобрения не различались.

Теоретически положительный баланс азота в 4 варианте практически, вероятно, оказался близким к нулевому в результате потерь азота из удобрений и почвы под влиянием вымывания нитратов вниз по профилю почвы и процессов денитрификации в периоды избыточного выпадения осадков исследуемых лет. Это обстоятельство, вероятно, и оказалось главной причиной повышения урожайности ячменя в

этом варианте по сравнению с 3 и 5 вариантах, где баланс этого элемента, видимо, по указанным причинам оказался не нулевым, а отрицательным.

Минеральная и органо-минеральная системы, эквивалентные по дозам удобрений, по урожайности ячменя в годы исследований практически не различались.

Важным показателем качества урожая являются содержание сырого белка, азота, фосфора и калия. Сырой белок определяется по общему содержанию азота, умноженному на коэффициент перевода в белках. По ячменю он равен 5,75 (см. табл. 2).

Как видно из данных табл. 2 применение изучавшихся доз удобрений в среднем за два года повысило содержание сырого белка в зерне на 1,87–4,21 %. Максимальное же содержание сырого белка – 12,87 %, как и ожидалось, обеспечила система удобрения с K₆₀ азота – 80 %.

Таблица 3

ФАКТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА СОЗДАНИЕ 1 Т ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ С СООТВЕТСТВУЮЩИМ КОЛИЧЕСТВОМ ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ЗА 2006–2007 ГГ.

| Вариант | 2006 г. | 2007 г. | Средние |
|---------------|---------|---------|---------|
| <i>Азот</i> | | | |
| 1 | 21 | 26 | 24 |
| 2 | 25 | 27 | 26 |
| 3 | 23 | 31 | 27 |
| 4 | 30 | 31 | 30 |
| 5 | 28 | 30 | 29 |
| <i>Фосфор</i> | | | |
| 1 | 11,4 | 7,1 | 9,2 |
| 2 | 11,4 | 7,0 | 9,2 |
| 3 | 11,4 | 7,0 | 9,2 |
| 4 | 11,4 | 7,0 | 9,2 |
| 5 | 12,0 | 7,3 | 9,6 |
| <i>Калий</i> | | | |
| 1 | 15 | 21 | 18 |
| 2 | 15 | 20 | 18 |
| 3 | 21 | 20 | 21 |
| 4 | 25 | 23 | 24 |
| 5 | 24 | 24 | 24 |

Затраты элементов питания на единицу продукции являются важным показателем рационального применения удобрений. Плановые затраты элементов при расчете доз удобрений в 3–5 вариантах принимались равными (кг/т): N – 27, P₂O₅ – 11, K₂O – 24кг.

Фактические затраты элементов питания на создание 1 т зерна при соответствующем количестве соломы приведены в *табл. 3*.

Применение испытывавшихся расчетных доз удобрений ежегодно повышало затраты азота и калия на создание 1 т зерна по сравнению с контролем соответственно на 3 и на 3–6кг и фосфора незначительно (на 0,4 кг) на 5 варианте.

В среднем за два года исследований лучший по урожайности вариант с максимальной дозой азота (4 вар.) имел затраты азота на 3кг и калия – на 3кг выше по сравнению с 3 вариантом.

По сравнению с плановыми фактические затраты азота в 3–5 вариантах были близки или несколько выше их (сравнить с 27 кг), а по фосфору ниже их (сравнить с 11кг). Фактические затраты по калию оказались равны плановым или несколько ниже таковых (сравнить с 24 кг).

Выводы:

1. Удобрения на среднеокультуренной дерново-подзолистой почве повысили в среднем за 2 года урожайность ячменя на 0,6–2,8 т/га, в вариантах 3–5, рассчитанных с помощью плановых балансовых коэффициентов доз удобрений, практически удвоили урожайность по сравнению с контролем, достигнув 4,6–5,2 т/га, превысили плановую урожайность 3,5 т/га на 1,1–1,7 т/га. Максимальную урожайность (5,2 т/га) ячменя обеспечили расчетные дозы минеральных удобрений при следующих балансовых коэффициентах использования элементов: N – 80, P₂O₅ – 120, K₂O – 150 %.

БИОЛОГИЯ

2. Удобрения в среднем за 2 года повысили по сравнению с контролем содержание сырого белка в зерне на 1,9–4,2 %.

3. В вариантах с расчетными дозами удобрений в среднем за 2 года фактические и

плановые затраты элементов на тонну зерна с соответствующим количеством соломы оказались наиболее близкими, что свидетельствует о довольно близком фактического качества полученной продукции к планируемому.

Список литературы

1. Агроклиматический справочник по Вологодской области. Вологда, 1976. С.18–24.
2. Жуков Ю.П. Агроэкологические аспекты комплексного применения средств химизации в Нечерноземной зоне / Проблемы агроэкологического мониторинга в ландшафтном земледелии. М., 1994. С. 21–24.
3. Жуков Ю.П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья. М., 1983.
4. Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. М., 2001.
5. Растениеводство / под ред. Г.С. Посыпанова. М., 2006.
6. Чухина О.В. Продуктивность культур и обеспеченность дерново-подзолистой почвы питательными элементами при расчетных дозах удобрения в севообороте: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1999.

References

1. *Agroklimaticheskiy spravochnik po Vologodskoy oblasti* [Agroclimatic Guide to the Vologda Region]. Vologda, 1976, pp. 18–24.
2. Zhukov Yu.P. Agroekologicheskie aspekty kompleksnogo primeneniya sredstv khimizatsii v Nechernozemnoy zone [Agroecological Aspects of Complex Application of Chemicals in the Non-chernozem Belt]. *Problemy agroekologicheskogo monitoringa v landshaftnom zemledelii* [Problems of Agroecological Monitoring in Landscape Agriculture]. Moscow, 1994, pp. 21–24.
3. Zhukov Yu.P. *Sistema udobreniya v khozyaystvakh Nechernozem'ya* [Fertilizing System on the Farms of the Non-chernozem Area]. Moscow, 1983. 145 p.
4. *Praktikum po agrokhimii* [Workshop on Agricultural Chemistry]. Ed. by Mineeva V.G. Moscow, 2001. 689 p.
5. *Rastenievodstvo* [Plant Growing]. Ed. by Posypanova G.S. Moscow, 2006. 612 p.
6. Chukhina O.V. *Produktivnost' kul'tur i obespechennost' dernovo-podzolistoy pochvy pitatel'nymi elementami pri raschetnykh dozakh udobreniya v sevooborote*. Avtoref. dis. ... kand. s.-kh. n. [Crop Productivity and Provision of Sod-podzolic Soil with Nutrients at Calculated Doses of Fertilizers in Crop Rotation. Cand. agric. sci. diss. abs.]. Moscow, 1999. 21 p.

Chukhina Olga Vsilyevna

Faculty of Agronomy and Forest Management;
Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin (Vologda, Russia)

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF BARLEY UNDER THE USE OF FERTILIZERS IN THE VOLOGDA REGION

The article presents the results of researches on influence of various doses of fertilizers on the productivity of barley grain, crude protein content in it and nutrient consumption per production unit. Fertilizers increased productivity by 0.6–2.8 t/ha and crude protein content in the grain by 1.9–4.2%. The calculated fertilizer doses almost doubled the yield as compared to the control group, reaching

4.6–5.2 t/ha, and brought the actual nutrient consumption per ton of grain with the corresponding amount of straw closer to the planned levels.

Keywords: *barley, nitrogen, phosphorus, potash fertilizers, productivity, nutrient consumption.*

*Контактная информация:
e-mail: sekragro@molochnoe.ru*

Рецензент – *Корчагов С.А.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесного хозяйства факультета агрономии и лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина