

**АГРОХИМИЯ**

УДК 633.16:631.82(470.61)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-79-85

**УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ-ДВУРУЧКИ СОРТА МАРУСЯ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ  
И РЕТАРДАНТА МОДДУС В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**А.С. Попов**<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом технологии возделывания зерновых и пропашных культур, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;  
**Г.В. Овсянникова**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;  
**А.А. Сухарев**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;  
**Е.Г. Филиппов**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;  
**О.С. Лесных**<sup>2</sup>, аспирант Дон ГАУ, ORCID ID: 0000-0003-4879-2644  
<sup>1</sup>ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347730, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 346493, Ростовская область, Октябрьский район, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24; e-mail: dongau@mail.ru

Исследования проводили в южной зоне Ростовской области в ФГБНУ «АНЦ «Донской» в течение 2018–2020 гг. Целью исследований было изучение совместного влияния минеральных удобрений и обработок ретардантом Моддус на продуктивность ячменя сорта Маруся.

В ходе исследований отмечена высокая отзывчивость ячменя-двуручки сорта Маруся на внесение минеральных удобрений. На вариантах без внесения удобрений урожайность составила 3,46–3,59 т/га, а с внесением удобрений урожайность увеличивалась на 0,87–1,57 т/га. Максимальная урожайность и сбор белка отмечены в вариантах с внесением  $N_{79}P_{82}K_{57}$  по действующему веществу – 5,81 и 0,55 т/га соответственно. Обработка растений препаратом Моддус способствовала увеличению урожайности на 0,13–0,22 т/га в среднем за годы исследований. Под действием препарата Моддус количество продуктивных колосов увеличивалось на 5–19 шт./м<sup>2</sup>, наблюдалась тенденция к увеличению числа зёрен в колосе и массы зерна с колоса. Ретардант Моддус способствовал уменьшению высоты растений в среднем на 3,6–5,6 см, одновременно наблюдалась тенденция к увеличению длины колоса на 0,2–0,5 см в сравнении с контрольным вариантом. Минеральные удобрения эффективно повышали натурную массу зерна ячменя-двуручки сорта Маруся. В варианте без внесения удобрений натурная масса зерна составила 579 и 584 г/л, а под воздействием туков возрастала на 16–27 г/л, или на 2,7–4,6%. В результате увеличения урожайности в варианте с обработками препаратом Моддус показатель условного чистого дохода превышал контрольный вариант на 745–1884 руб./га.

**Ключевые слова:** ячмень-двуручка, сорт Маруся, минеральные удобрения, ретардант Моддус, урожайность, экономическая эффективность.

**Для цитирования:** Попов А.С., Овсянникова Г.В., Сухарев А.А., Филиппов Е.Г., Лесных О.С. Урожайность ячменя-двуручки сорта Маруся в зависимости от внесения минеральных удобрений и ретарданта Моддус в южной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 4(76). С. 79–85. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-79-85.

**PRODUCTIVITY OF THE FACULTATIVE BARLEY VARIETY 'MARUSYA'  
DEPENDING ON THE USE OF MINERAL FERTILIZERS  
AND THE GROWTH RETARDANT 'MODDUS' IN THE SOUTHERN PART  
OF THE ROSTOV REGION**

**A.S. Popov**<sup>1</sup>, Doctor of Agricultural Sciences, head of the department of cultivation technologies for grain and row crops, ORCID ID: 0000-0001-6593-1138;  
**G.V. Ovsyannikova**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crop, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;  
**A.A. Sukharev**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technology of grain crop, ORCID ID: 0000-0002-4172-0878;  
**E.G. Filippov**<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;  
**O.S. Lesnykh**<sup>2</sup>, post-graduate of the DonSAU, ORCID ID: 0000-0003-4879-2644  
<sup>1</sup>Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; email: vniizk30@mail.ru;  
<sup>2</sup>Donskoy State Agricultural University, 346493, Rostov region, Oktyabrsky district, v. Persianovsky, Krivoshlykov Str., 24, e-mail: dongau@mail.ru

The current study was carried out in the southern part of the Rostov region at the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy" in 2018–2020. The purpose of the study was to investigate the combined effect of mineral fertilizers and treatments with the growth retardant 'Moddus' on productivity of the barley variety 'Marusya'. In the course of the study, there was identified high responsiveness of the facultative barley variety 'Marusya' to the use of mineral fertilizers. Without fertilization, the productivity was 3.46–3.59 t/ha, and 0.87–1.57 t/ha when using the fertilizers. The maximum productivity and protein percentage were established in the variants with the introduction of  $N_{79}P_{82}K_{57}$  according to the active ingredient, with 5.81 t/ha and 0.55 t/ha, respectively. The treatment of plants with the growth retardant 'Moddus' contributed to productivity increase on 0.13–0.22 t/ha on average over the years of study. Under the effect of the growth retardant 'Moddus', the number of productive heads increased on 5–19 pieces/m<sup>2</sup>, there was also a tendency to an increase in the number of grains per head and grain weight per head. The growth retardant 'Moddus' contributed to a decrease in plant height on 3.6–5.6 cm, at the same time there was a tendency to increase length of head on 0.2–0.5 cm in comparison with the control variant. Mineral fertilizers effectively increased nature weight of the facultative barley variety 'Marusya'. Without fertilization, nature weight of grain was 579 g/l and 584 g/l, and when using fertilizers, it increased on 16–27 g/l or 2.7–4.6%. Productivity increase in the variant when treating with the growth retardant 'Moddus' resulted in an increase of the indicator of conditional net income over the control variant on 745–1884 rubles/ha.

**Keywords:** facultative barley, variety 'Marusya', mineral fertilizers, growth retardant 'Moddus', productivity, economic efficiency.

**Введение.** Ячмень является разносторонней сельскохозяйственной культурой, которая имеет важное продовольственное и кормовое значение (Nakala et al., 2020). Использование ячменя в различных отраслях народного хозяйства определяет его широкое распространение как в России, так и за рубежом (Алабушев и др., 2018), (Lovarelli et al., 2020).

Наиболее благоприятными по почвенно-климатическим условиям для возделывания ячменя являются Южный и Северо-Кавказский федеральные округа, где расположены 98,5% площадей, занятых этой культурой. Средняя урожайность в регионе варьирует от 2,44 до 4,48 т/га (Фирсова и др., 2018).

Колебания урожайности почти в два раза как правило вызваны недостаточным вниманием к технологии возделывания ячменя. Так как ячмень в севообороте располагают главным образом после пропашных культур, обедняющих почву питательными веществами, важным фактором увеличения его урожайности является внесение минеральных удобрений (Никитин и др., 2018; Singh et al., 2017). Особую важность приобретают азотные удобрения, которые даже в засушливых условиях способствуют прибавке урожайности на 14,6% и более (Горянин и др., 2020).

Однако при избыточном азотном питании (особенно во влажные годы) может наблюдаться полегание растений, которое вызывает нарушения в аттракции и транспортировке пластических веществ, и значительная их часть остаётся в солоmine, а не переходит в зерновку (Захарова и др., 2020).

Противостоять полеганию растений могут ретарданты – вещества, замедляющие рост соломины. Поэтому целью наших исследований было изучение совместного влияния внесения минеральных удобрений и обработок ретардантом Моддус на продуктивность ячменя-двуручки сорта Маруся.

#### Материалы и методы исследований.

Исследования проводили в 2018–2020 гг. в севообороте лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской». Ячмень-двуручка сорта Маруся высевали осенью, в начале оптимальных календарных сроков

для южной зоны Ростовской области (20 сентября). Предшествующая культура – подсолнечник. Основное удобрение в дозе д.в.  $P_{60}K_{40}$  вносили под обработку дисковыми орудиями.

Исследования выполняли в соответствии с методиками Б.А. Доспехова (2011), В.Ф. Моисейченко и др. (1996). Общая площадь делянки – 55, учётная площадь – 41,25 м<sup>2</sup>, повторность – четырёхкратная, размещение делянок – систематическое. Расчёт доз вносимых удобрений проводили по методике Л.П. Бельтюкова (2002). Под основную обработку вносили аммофос и хлористый калий, азотные удобрения давали в виде подкормок весной (по таломерзлой почве, в фазу весеннего кущения, в фазу колошения).

В опыте использованы следующие варианты внесения удобрений:

1 вариант: Без внесения удобрений.

2 вариант: Внесение минеральных удобрений на запланированную урожайность (4,0 т/га)  $N_{53}P_{55}K_{38}$ ;

3 вариант: Внесение минеральных удобрений на запланированную урожайность (5,0 т/га)  $N_{66}P_{68}K_{48}$ ;

4 вариант: Внесение минеральных удобрений на запланированную урожайность (6,0 т/га)  $N_{79}P_{82}K_{57}$ .

Растения по всем вариантам внесения удобрений обрабатывали препаратом Моддус в дозе 0,2 л/га в начале выхода в трубку. На контрольном варианте растения ретардантом не обрабатывали.

Препарат Моддус содержит вещество тринексапак-этил, которое при применении весной в начале выхода зерновых в трубку способно блокировать синтез гиббереллина, который отвечает за рост и вытягивание клеток в длину, таким образом способствуя уменьшению общей высоты стебля. При этом препарат не влияет на формирование общей листовой поверхности и площадь фотосинтезирующей поверхности сохраняется. Величина сохранённого урожая формируется из уменьшения потерь при полегании, осыпании зерна, механическом усилении соломины или подколосового междоузлия, а также увеличением продуктивной кустистости.

Погодные условия во время вегетации растений во многом влияют на урожайность зерновых культур (Самофалова и др., 2019; Khokonova et al., 2019).

В осенний период 2017–2018 сельскохозяйственного года среднесуточная температура воздуха составила 11,3 °С (норма – 9,7 °С), а количество выпавших осадков – 119,7 мм (норма – 131,5 мм). За осенне-зимний период выпало 307,4 мм осадков, что на 30,2 мм превысило сумму осадков по сравнению со среднегодовым показателем (277,2 мм). Растения ячменя дали дружные всходы и были хорошо развиты перед уходом в зиму.

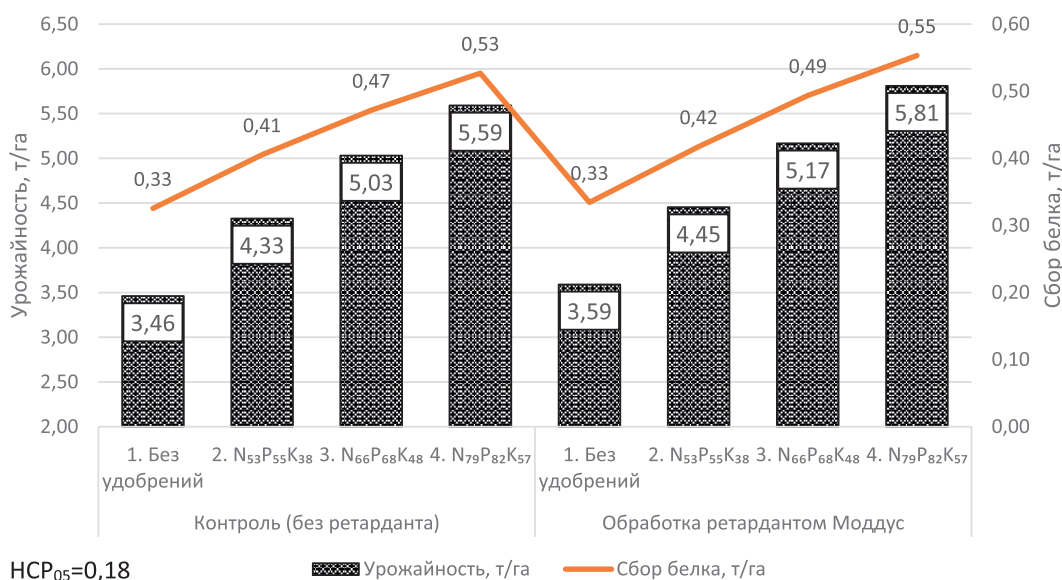
В сентябре 2018–2019 сельскохозяйственного года среднесуточная температура воздуха на 3,3 °С была выше среднегодовым значений (16,3 °С), а количество выпавших осадков составило всего 10,9 мм, что на 31,4 мм меньше нормы. Высокая температура и низкая влажность способствовали сильному иссушению почвы по непаровым предшественникам, всходы были получены лишь после выпавших в первой декаде октября осадков.

Осенний период 2019–2020 сельскохозяйственного года также был засушливым. Выпавшие во второй и третьей декадах сентября осадки (за месяц их количество составило 48,0 мм) способствовали увлажнению посевного слоя и получению всходов озимых

зерновых в первой декаде октября. Однако в октябре осадков выпало всего 19,4 мм (норма – 38,7 мм), а в ноябре еще меньше – 13,5 мм (норма – 50,5 мм). Всего за осень выпало 80,9 мм осадков (норма – 131,5 мм), или 62% от нормы. В сложившихся неблагоприятных гидротермических условиях полученные всходы озимых зерновых культур испытывали острый недостаток влаги по предшественнику подсолнечник.

Различия в погодных условиях позволили широко охарактеризовать эффективность внесения различных доз минеральных удобрений и действие ретарданта на растения ячменя сорта Маруся.

**Результаты и их обсуждение.** Сорт Маруся характеризуется положительной реакцией на применение минеральных удобрений. По предшественнику подсолнечник на контроле (без обработок препаратом Моддус) в варианте без внесения минеральных удобрений средняя урожайность сорта за три года (2018–2020 гг.) составила 3,46 т/га, а сбор белка в данном варианте – 0,33 т/га. При внесении расчетной дозы удобрений  $N_{53}P_{55}K_{38}$  на запланированную урожайность 4,0 т/га (2 вариант) урожайность составила 4,33 т/га, что фактически приближается к расчетной и выше контрольного варианта на 0,87 т/га. Сбор белка с 1 га в этом варианте составил 0,41 т/га (см. рисунок).



Урожайность и сбор белка ячменя сорта Маруся в озимом посеве в зависимости от доз вносимых удобрений и обработок препаратом Моддус (2018–2020 гг.)

Productivity and protein percentage of the variety 'Marusya' sown in the winter, depending on the doses of fertilizers and treatments with the growth retardant 'Moddus' (2018–2020)

В 3 варианте расчетная доза  $N_{66}P_{68}K_{48}$  на запланированную урожайность 5 т/га способствовала формированию урожайности на уровне 5,03 т/га, что выше чем на контрольном варианте на 1,57 т/га в среднем за годы исследований. Сбор белка в 3 варианте составил 0,47 т/га. Уровень запланированной урожайности 5,0 т/га также был достигнут.

При максимальной дозе внесения минеральных удобрений  $N_{79}P_{82}K_{57}$  в 4 варианте опыта (на запланированную урожайность 6 т/га) урожайность превышала контрольный вариант на 2,13 т/га и составила 5,59 т/га. Сбор белка в данном варианте достигал 0,53 т/га, что на 60,6% превышает вариант, на котором удобрения не вносились. В данном варианте

опыта не была достигнута запланированная урожайность в 6,0 т/га, фактический уровень урожайности на 0,41 т/га (или 7,3%) уступал запланированному.

В варианте с обработкой растений препаратом Моддус урожайность также главным образом зависела от дозы вносимых удобрений, однако препарат способствовал увеличению урожайности на 0,13–0,22 т/га в среднем за годы исследований. Самая высокая урожайность в опыте была получена при обработке препаратом Моддус и максимальной дозе внесения удобрений  $N_{79}P_{82}K_{57}$  (вариант 4, на запланированную урожайность 6,0 т/га) – 5,81 т/га. Запланированная урожайность также не была достигнута, однако фактическая урожайность уступала ей только на 0,19 т/га или на 3,2%.

Таким образом, применение препарата Моддус способствовало реализации запланированной урожайности ячменя.

Структурный анализ показал, что увеличение урожайности в варианте с обработкой растений ячменя препаратом Моддус было обеспечено за счёт увеличения числа продуктивных колосьев на 1 м<sup>2</sup>, а также роста числа зёрен в колосе и массы зерна с одного колоса. Количество продуктивных стеблей на контрольном варианте (без обработок препаратом Моддус) составило 358–471 шт./м<sup>2</sup>, а в варианте обработкой ретардантом – 363–488 шт./м<sup>2</sup>. Под действием препарата Моддус количество продуктивных колосьев увеличивалось на 5–19 шт./м<sup>2</sup> (табл. 1).

### 1. Элементы структуры урожая ячменя сорта Маруся в зависимости от доз вносимых удобрений и обработок препаратом Моддус (2018–2020 гг.)

#### 1. Yield structure elements of the barley variety 'Marusya' depending on the doses of fertilizers and treatments with the growth retardant 'Moddus' (2018–2020)

| Вариант опыта                              | Количество продуктивных стеблей, шт./ м <sup>2</sup> | Количество зёрен в колосе, шт. | Масса зерна с колоса, г | Высота растений, см | Длина колоса, см |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|
| Контроль (без обработок препаратом Моддус) |                                                      |                                |                         |                     |                  |
| 1. Без удобрений                           | 358                                                  | 28,5                           | 1,07                    | 57,9                | 2,7              |
| 2. $N_{53}P_{55}K_{38}$                    | 406                                                  | 31,1                           | 1,20                    | 66,5                | 3,5              |
| 3. $N_{66}P_{68}K_{48}$                    | 443                                                  | 32,5                           | 1,27                    | 69,7                | 3,6              |
| 4. $N_{79}P_{82}K_{57}$                    | 471                                                  | 33,3                           | 1,33                    | 70,4                | 3,6              |
| Обработка препаратом Моддус                |                                                      |                                |                         |                     |                  |
| 1. Без удобрений                           | 363                                                  | 28,9                           | 1,09                    | 54,3                | 2,5              |
| 2. $N_{53}P_{55}K_{38}$                    | 415                                                  | 30,8                           | 1,21                    | 62,4                | 3,3              |
| 3. $N_{66}P_{68}K_{48}$                    | 462                                                  | 32,2                           | 1,26                    | 64,1                | 3,5              |
| 4. $N_{79}P_{82}K_{57}$                    | 486                                                  | 34,0                           | 1,34                    | 65,0                | 3,5              |

Дозы вносимых удобрений положительно воздействовали на формирование продуктивного стеблестоя. В варианте 1 (без внесения удобрений) число продуктивных стеблей составило 358 и 363 шт./м<sup>2</sup>. При внесении  $N_{53}P_{55}K_{38}$  – число продуктивных стеблей увеличивалось на 48–52 шт./м<sup>2</sup>, в дозе  $N_{66}P_{68}K_{48}$  на 85–99 шт./м<sup>2</sup> и в дозе  $N_{79}P_{82}K_{57}$  на 113–123 шт./м<sup>2</sup> в сравнении с вариантами без внесения удобрений. Под воздействием минеральных удобрений увеличивалась высота растений с 54,3–57,9 до 65,0–70,4 см и длина колоса с 2,5–2,7 до 3,4–3,7 см. Ретардант Моддус способствовал уменьшению высоты растений в среднем на 3,6–5,6 см, одновременно наблюдалась тенденция к увеличению длины колоса на 0,2–0,5 см в сравнении с контрольным вариантом.

Наблюдалась тенденция к увеличению числа зёрен в колосе и массы зерна с одного колоса при обработке препаратом Моддус. На контрольном варианте число зёрен в колосе составило 28,5–33,3 шт. при массе 1,07–1,33 г, а после обработки препаратом Моддус число зёрен в колосе возрастало до 28,9–34,0 шт., а масса зерна в колосе увеличивалась до 1,09–1,34 г в среднем за годы иссле-

дований. На число зёрен в колосе и массу зерна с колоса главным образом повлияли дозы вносимых удобрений. Под их воздействием число зёрен в колосе увеличивалось на 1,9–5,1 шт., а масса зерна с колоса на 0,12–0,26 г.

На контрольном варианте (без обработки препаратом Моддус) сбор белка с 1 га зависел только от урожайности сорта, так как внесение минеральных удобрений на содержание белка в зерне ячменя-двуручки сорта Маруся в озимом посеве влияния практически не оказывало. По всем вариантам внесения удобрений содержание белка в зерне составляло 9,4%. В вариантах, в которых растения были обработаны препаратом Моддус, роль минеральных удобрений в накоплении белка повышалась. В варианте 1 (без внесения удобрений) содержание белка в зерне ячменя составило 9,3% в среднем за годы исследований, а в вариантах с внесением удобрений на запланированную урожайность повышалось до 9,4–9,6%. Увеличение процентного содержания белка, а также рост урожайности способствовали увеличению общего сбора белка с 1 га на 0,01–0,03 т/га в сравнении с контрольным вариантом (на котором обработки препаратом Моддус не проводилось) (табл. 2).

**2. Качественные показатели и масса 1000 зёрен ячменя сорта Маруся в озимом посеве в зависимости от доз вносимых минеральных удобрений и ретарданта Моддус (2018–2020 гг.)**

**2. Qualitative indicators and 1000-grain weight of the variety 'Marusya' sown in the winter, depending on the doses of fertilizers and treatments with the growth retardant 'Moddus' (2018–2020)**

| Вариант опыта                              | Масса 1000 зёрен, г | Натура, г/л | Белок, % |
|--------------------------------------------|---------------------|-------------|----------|
| Контроль (без обработок препаратом Моддус) |                     |             |          |
| 1. Без удобрений                           | 41,2                | 579         | 9,4      |
| 2. $N_{53}P_{55}K_{38}$                    | 42,2                | 598         | 9,4      |
| 3. $N_{66}P_{68}K_{48}$                    | 42,4                | 602         | 9,4      |
| 4. $N_{79}P_{82}K_{57}$                    | 42,7                | 606         | 9,4      |
| Обработка препаратом Моддус                |                     |             |          |
| 1. Без удобрений                           | 41,4                | 584         | 9,3      |
| 2. $N_{53}P_{55}K_{38}$                    | 42,2                | 600         | 9,4      |
| 3. $N_{66}P_{68}K_{48}$                    | 42,6                | 604         | 9,6      |
| 4. $N_{79}P_{82}K_{57}$                    | 42,9                | 609         | 9,5      |

Минеральные удобрения эффективно повышали натурную массу зерна ячменя-двуручки сорта Маруся. В варианте 1 (без внесения удобрений) натурная масса зерна составила 579 и 584 г/л, а под воздействием доз вносимых удобрений возрастала на 16–27 г/л, или на 2,7–4,6%.

Масса 1000 зёрен также увеличивалась при внесении туков с 41,2 и 41,4 г до 42,7 и 42,9 г.

В среднем за годы исследований наблюдалась тенденция к увеличению натурной массы зерна и массы 1000 зёрен после обработок растений препаратом Моддус. В контрольном варианте натура зерна составила 579–606 г/л, а в варианте с обработкой препаратом

Моддус – 584–609 г/л, что на 2–5 г/л выше. Аналогично масса 1000 зёрен в контрольном варианте составила 41,2–42,7 г, а в варианте с обработкой препаратом Моддус – 41,4–42,9 г.

Сорт Маруся в озимом посеве на внесение минеральных удобрений реагировал увеличением урожайности, что положительно сказалось на экономической эффективности его производства. При внесении удобрений в контрольном варианте (без внесения препарата Моддус) рентабельность производства варьировала от 109,4 до 140,1%, тогда как в варианте 1 (без внесения удобрений) уровень рентабельности составил 78,8% в среднем за годы исследований (табл. 3).

**3. Расчёт экономической эффективности возделывания ячменя-двуручки сорта Маруся в зависимости от доз вносимых минеральных удобрений и ретарданта Моддус (2018–2020 гг.)**

**3. Calculation of the economic efficiency of cultivation of the facultative barley variety 'Marusya', depending on the doses of fertilizers and treatments with the growth retardant 'Moddus' (2018–2020)**

| Вариант опыта                              | Затраты, руб./га | Урожайность, т/га | Валовой доход, руб./га | Условный чистый доход, руб./га | Себестоимость, руб./т | Рентабельность, % |
|--------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Контроль (без обработок препаратом Моддус) |                  |                   |                        |                                |                       |                   |
| 1. Без удобрений                           | 23615            | 3,46              | 42212                  | 18597                          | 6825                  | 78,8              |
| 2. $N_{53}P_{55}K_{38}$                    | 25210            | 4,33              | 52785                  | 27575                          | 5827                  | 109,4             |
| 3. $N_{66}P_{68}K_{48}$                    | 26805            | 5,03              | 61366                  | 34561                          | 5329                  | 128,9             |
| 4. $N_{79}P_{82}K_{57}$                    | 28400            | 5,59              | 68198                  | 39798                          | 5081                  | 140,1             |
| Обработка препаратом Моддус                |                  |                   |                        |                                |                       |                   |
| 1. Без удобрений                           | 24415            | 3,59              | 43798                  | 19383                          | 6801                  | 79,4              |
| 2. $N_{53}P_{55}K_{38}$                    | 26010            | 4,45              | 54331                  | 28321                          | 5841                  | 108,9             |
| 3. $N_{66}P_{68}K_{48}$                    | 27605            | 5,17              | 63033                  | 35428                          | 5343                  | 128,3             |
| 4. $N_{79}P_{82}K_{57}$                    | 29200            | 5,81              | 70882                  | 41682                          | 5026                  | 142,7             |

Условный чистый доход в варианте 1 (без внесения удобрений) составил 18597 руб./га в среднем за 2018–2020 гг. Внесение удобрений в варианте 2 в дозе  $N_{53}P_{55}K_{38}$  (на запланированную урожайность 4 т/га) увеличивало этот показатель на 8978 руб./га, при этом он составил 27575 руб./га. Дополнительные дозы удобрений в вариантах 3 и 4 также увеличивали

урожайность и, несмотря на рост затрат, способствовали увеличению условного чистого дохода до 39798 руб./га. При этом уменьшалась себестоимость зерна и увеличивалась рентабельность производства.

Обработка растений препаратом Моддус увеличивала затраты на производство, поэтому рентабельность в этом варианте проявила тен-

денцию к снижению. В варианте без внесения удобрений (вариант 1) рентабельность производства находилась на уровне 79,4%, а в вариантах с внесением удобрений в дозе  $N_{53}P_{68}K_{48}$  и  $N_{66}P_{68}K_{48}$  – 108,9–128,3%, что на 0,5–0,6% ниже, чем в варианте без обработки препаратом Моддус. Однако увеличение урожайности на 0,22 т/га в среднем за годы исследований в варианте 4 с внесением максимальной дозы удобрений  $N_{79}P_{82}K_{57}$  (на запланированную урожайность 6,0 т/га) способствовало увеличению рентабельности на 2,6% в сравнении с контрольным вариантом (без обработок препаратом Моддус).

Несмотря на снижение рентабельности в варианте с обработками препаратом Моддус, за счёт роста урожайности показатель условного чистого дохода превышал контрольный вариант на 745–1884 руб./га.

### Выводы

1. Минеральные удобрения способствовали увеличению урожайности ячменя сорта Маруся на 0,86–2,22 т/га. Максимальная урожайность получена в варианте 4 ( $N_{79}P_{82}K_{57}$ ) –

5,59–5,81 т/га. Обработка растений препаратом Моддус способствовала увеличению урожайности на 0,13–0,22 т/га в среднем за годы исследований и реализации запланированной урожайности.

2. На число продуктивных стеблей главным образом влияли дозы вносимых туков, увеличивая число продуктивных стеблей на 48–123 шт./м<sup>2</sup> в сравнении с вариантами без внесения удобрений. Под воздействием препарата Моддус наблюдалось увеличение процентного содержания белка до 9,6%, что способствовало увеличению общего сбора белка с 1 га на 0,01–0,03 т/га в сравнении с контрольным вариантом.

3. В варианте без внесения удобрений натурная масса зерна составила 579 и 584 г/л, а в вариантах с внесением возростала на 16–27 г/л, или на 2,7–4,6%.

4. За счёт увеличения урожайности в варианте с обработками препаратом Моддус показатель условного чистого дохода превышал контрольный вариант на 745–1884 руб./га.

### Библиографические ссылки

1. Алабушев А.В., Попов А.С., Лысенко А.А., Яценко В.А. Урожайность и качество сортов озимого ячменя в Восточной зоне Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 21–24. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-21-24>.
2. Бельтюков Л.П. Сорт. Технология. Урожай. Ростов-н/Д.: ЗАО «Книга», 2002. 176 с.
3. Горянин О.И., Мадьякин Е.В., Пронович Л.В., Джангабаев Б.Ж., Яковлева Н.А. Технологии возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 9. Т. 34. С. 42–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10908.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
5. Захарова Н.Н., Захаров Н.Г., Гаранин М.Н. Высота растений озимой мягкой пшеницы в связи с её урожайностью и устойчивостью к полеганию в Лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. № 1(49). 2020. С. 51–59. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-1-51-59.
6. Моисейченко В.Ф., Трифонова В.Ф., Заверюха А.Х., Ещенко В.Е. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колос, 1996. 336 с.
7. Никитин В.В., Соловichenko В.Д., Карабутов А.П. Влияние севооборота, способа обработки почвы и удобрений на продуктивность ячменя // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 3–6. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-3-6>.
8. Самофалова Н.Е., Дубинина О.А., Самофалов А.П., Иличкина Н.П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23.
9. Фирсова Т.И., Филенко Г.А., Донцова А.А. Анализ динамики посевных площадей и урожайности озимого ячменя в РФ // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5(59). С. 53–57. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-59-5-53-57>.
10. Hakala K., Jauhiainen L., Rajala Ari A., Jalli M., Kujala M., Laine A. Different responses to weather events may change the cultivation balance of spring barley and oats in the future // Field Crops Research, Vol. 259, 15 December 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107956>.
11. Khokonova M., Adzhieva A. (2019). Photosynthetic activity of spring barley plants depending on moisture provision. Amazonia Investiga, 8(23), 96–100. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/853>.
12. Lovarelli D., Garcia L.R., Sánchez-Girón V., Bacenetti J. Barley production in Spain and Italy: Environmental comparison between different cultivation practices // Science of The Total Environment. Vol. 707, 10 March 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135982>.
13. Singh Y.V., Parveen A., Singh S.K., Dey P. Soil Test Based Fertilizer Prescriptions under Integrated Plant Nutrient Management System for Barley in an Inceptisol of Eastern Plain Zone of Uttar Pradesh // Journal of the Indian Society of Soil Science. 2017, Volume: 65, Issue: 4. Page 423-427 DOI: 10.5958/0974-0228.2017.00049.4.

### References

1. Alabushev A.V., Popov A.S., Lysenko A.A., Yacenko V.A. Urozhajnost' i kachestvo sortov ozimogo yachmenya v Vostochnoj zone Rostovskoj oblasti [Productivity and quality of winter barley varieties in the Eastern part of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). С. 21–24. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-21-24>.

2. Bel'tyukov L.P. Sort. Tekhnologiya. Urozhaj [Variety. Technology. Yield]. Rostov-n/D: ZAO «Kniga», 2002. 176 s.
3. Goryanin O.I., Madyakin E.V., Pronovich L.V., Dzhangabaev B.ZH., YAKovleva N.A. Tekhnologii vozdeystviya yarovogo yachmenya v zasushlivykh usloviyakh Povolzh'ya [Technologies of spring barley cultivation in arid conditions of the Volga region] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. № 9. T. 34. S. 42-47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10908.
4. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of study results)]. M.: ID Al'yans, 2011. 352 s.
5. Zaharova N.N., Zaharov N.G., Garanin M.N. Vysota rasteniy ozimoy myagkoj pshenicy v svyazi s eyo urozhajnost'yu i ustojchivost'yu k poleganiyu v Lesostepi Srednego Povolzh'ya [Plant height of winter bread wheat in connection with its productivity and lodging resistance in the forest-steppe of the Middle Volga region] // Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skohozyajstvennoj akademii. № 1(49). 2020. S. 51–59. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-1-51-59.
6. Moisejchenko V. F., Trifonova V. F., Zaveryuha A. H., Eshchenko V. E. Osnovy nauchnykh issledovaniy v agronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. M.: Kolos, 1996. 336 s.
7. Nikitin V.V., Solovichenko V.D., Karabutov A.P. Vliyanie sevooborota, sposoba obrabotki pochvy i udobrenij na produktivnost' yachmenya [The effect of crop rotation, tillage method and fertilizers on barley productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). S. 3–6. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-58-4-3-6>.
8. Samofalova N.E., Dubinina O.A., Samofalov A.P., Ilichkina N.P. Rol' meteorofaktorov v formirovanii produktivnosti ozimoy tverdoj pshenicy [The role of weather factors in the formation of winter durum wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 5(65). S. 18–23. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23.
9. Firsova T.I., Filenko G.A., Doncova A.A. Analiz dinamiki posevnykh ploshchadej i urozhajnosti ozimogo yachmenya v RF [Analysis of the dynamics of sown areas and winter barley productivity in the Russian Federation] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 5(59). S. 53–57. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-59-5-53-57>.
10. Hakala K., Jauhiainen L., Rajala Ari A., Jalli M., Kujala M., Laine A. Different responses to weather events may change the cultivation balance of spring barley and oats in the future // Field Crops Research, Vol. 259, 15 December 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107956>.
11. Khokonova M., Adzhieva A. (2019). Photosynthetic activity of spring barley plants depending on moisture provision. Amazonia Investiga, 8(23), 96–100. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/853>.
12. Lovarelli D., Garcia L. R., Sánchez-Girón V., Bacenetti J. Barley production in Spain and Italy: Environmental comparison between different cultivation practices // Science of The Total Environment. Vol. 707, 10 March 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135982>.
13. Singh Y.V., Parveen A., Singh S.K., Dey P. Soil Test Based Fertilizer Prescriptions under Integrated Plant Nutrient Management System for Barley in an Inceptisol of Eastern Plain Zone of Uttar Pradesh // Journal of the Indian Society of Soil Science. 2017, Volume: 65, Issue: 4. Page 423–427 DOI: 10.5958/0974-0228.2017.00049.4.

Поступила: 23.03.21; принята к публикации: 15.06.21.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Попов А.С. – общее научное руководство, постановка цели и задач; Овсянникова Г.В., Филиппов Е.Г. – анализ литературных данных, формирование методологии исследования; Сухарев А.А. – анализ данных, написание текста статьи, Лесных О.С. – отбор растений для анализа, структурный анализ, промеры, подсчёты, заполнение таблиц.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**