

Вклад факторов интенсификации земледелия и условий вегетации в формирование урожайности ячменя озимого

Н. И. Девтерова¹, Н. И. Мамсиров²

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
385064, Россия, г. Майкоп, п. Подгорный, ул. Ленина, 48

² Майкопский государственный технологический университет
385000, Россия, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

Аннотация. Исследования проводили на черноземных слитых малогумусных сверхмощных глинистых почвах в 2017–2020 гг. в Республике Адыгея (РА), в звене севооборота соя – ячмень озимый. Цель исследований – изучение влияния использования удобрений при различной интенсивности обработки почвы и погодно-климатических условий на показатели продуктивности ячменя озимого. В опыте использовали вспашку на 20–22 см и поверхностную обработку на 12–16 см – на четырех вариантах применения удобрений: 1. Контроль – N_{35} (NH_4NO_3 аммиачная селитра). 2. Фон – $N_{20}P_{20}S_8$ (сульфоаммофос) + N_{35} . 3. Фон + N_{50} . 4. Фон + N_{65} . Выявлено, что применение ежегодной поверхностной обработки способствовало снижению урожайности ячменя озимого в среднем на 1,73 т/га, или 28,6 %, в сравнении со вспашкой. Урожайность для частных различий варьировала от 3,1 до 7,0 т/га (прибавки урожайности +0,8...+2,5 т/га НСР₀₅ +0,51 т/га). Отвальная обработка почвы в сравнении с безотвальной способствовала увеличению урожайности ячменя озимого на всех изучаемых вариантах применения удобрений и средств химизации (на 2,1 – 1,6 – 1,4 т/га). Отмечена эффективность применения возрастающих доз удобрений по вариантам опыта, о чем свидетельствуют достоверные прибавки урожайности в сравнении с контролем (+0,95; +1,5; +2,3 т/га НСР₀₅ +0,41 т/га). Исследованиями установлено, что наиболее эффективным приемом возделывания явилось внесение 65 кг д.в. N по фону по обоим способам обработки, что способствовало получению дополнительно +2,1 т/га (42,8 %) – +2,5 т/га (64,7 %). Максимальная урожайность на этих вариантах получена по вспашке – 7,0 т/га. Применение отвальной обработки способствовало формированию большего общего количества растений и продуктивных стеблей в сравнении с безотвальной: в среднем 266/235, 199/175. Выявлена сильная степень зависимости урожайности ячменя озимого от количества продуктивных стеблей – г 0,84, массы 1000 зерен – г 0,72, массы зерна с одного колоса – г 0,73. Отмечено, что от 11 до 37 % изменчивости урожайности исследуемой культуры объясняется эффектом вариации наиболее значимых составляющих структуры урожая (коэффициент детерминации R^2 0,11–0,37).

Ключевые слова: ячмень озимый, почвенное плодородие, условия вегетации, приемы возделывания, урожайность, структура урожая, дисперсионные отношения, корреляционная зависимость, вклад факторов

Поступила 30.10.2022, одобрена после рецензирования 22.11.2022, принята к публикации 24.11.2022

Для цитирования. Девтерова Н. И., Мамсиров Н. И. Вклад факторов интенсификации земледелия и условий вегетации в формирование урожайности ячменя озимого // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 6(110). С. 166–175. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-166-175

Contribution of agricultural intensification factors and vegetation conditions in the formation of the yield of winter barley

N. I. Devterova¹, N.I. Mamsirov²

¹ Research Institute of Agriculture
Maikop State Technological University
385064, Russia, Maykop, Podgorny settlement, 48 Lenin street

² Maikop State Technological University
385000, Russia, Maykop, 191 Pervomayskaya street

Abstract. The studies were carried out on chernozem confluent low-humus heavy-duty clay soils in 2017–2020 in the Republic of Adygea (RA), in the link of crop rotation soybean – winter barley. The purpose of the research is to study the effect of using fertilizers at different intensity of tillage and weather and climatic conditions on the productivity of winter barley. In the experiment, plowing at 20–22 cm and surface treatment at 12–16 cm were used on four options for applying fertilizers: 1. Control – N35 (NH₄NO₃ ammonium nitrate). 2. Background – N20P20S8 (sulfoammophos) + N35. 3. Background + N50. 4. Background + N65. It was revealed that the use of annual surface treatment contributed to a decrease in the yield of winter barley by an average of 1.73 t/ha or 28.6%, compared with plowing. The yield for partial differences varied from 3.1 to 7.0 t/ha (yield increase +0.8...+2.5 t/ha HSR05 +0.51 t/ha). Moldboard tillage, in comparison with non-moldboard, contributed to an increase in the yield of winter barley in all studied options for the use of fertilizers and chemicals (by 2.1 - 1.6 - 1.4 t/ha). The effectiveness of the use of increasing doses of fertilizers according to the variants of the experiment was noted, as evidenced by a significant increase in yield in comparison with the control (+0.95; +1.5; +2.3 t/ha HSR05 +0.41 t/ha). Studies have established that the most effective method of cultivation was the introduction of 65 kg of a.i. N on the background, for both methods of processing, which contributed to obtaining an additional +2.1 t/ha (42.8%) – +2.5 t/ha (64.7%). The maximum yield on these variants was obtained by plowing – 7.0 t/ha. The use of moldboard cultivation contributed to the formation of a greater total number of plants and productive stems, in comparison with non-moldboard cultivation, on average: 266/235; 199/175. A strong degree of dependence of the yield of winter barley on the number of productive stems r 0.84, weight of 1000 grains r 0.72, weight of grain per ear r 0.73 was revealed. It is noted that from 11 to 37% of the yield variability of the studied crop is explained by the effect of variation in the most significant components of the yield structure (determination coefficient R^2 0.11–0.37).

Keywords: winter barley, soil fertility, growing conditions, cultivation practices, yield, yield structure, dispersion relations, correlation dependence, contribution of factors

Submitted 30.10.2022,

approved after reviewing 22.11.2022,

accepted for publication 24.11.2022

For citation. Devterova N.I., Mamsirov N.I. Contribution of agricultural intensification factors and vegetation conditions in the formation of the yield of winter barley. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2022. No. 6(110). Pp. 166–175. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-6-110-166-175

Ячмень – одна из основных зерновых культур на мировом рынке зерна. По данным Росстата, в 2020–2022 гг. в России под ячмень отведено 87,2 тыс. га земли. В 2018 г. отмечалось некоторое расширение посевных площадей ячменя озимого по отношению к 2017 г. – они выросли на 312 тыс. га и составили 79,63 тыс. га, под урожай 2019 г. – 79,56 тыс. га.

Несмотря на расширение посевных площадей, наблюдалось сокращение объема сборов ячменя, что произошло из-за снижения урожайности.

Таблица 1. Посевные площади ячменя озимого в Республике Адыгея в динамике**Table 1.** Sowing acreage of winter barley in the Republic of Adygea in dynamics

Годы	2017	2018	2019	2020
Посевная площадь, тыс. га	12,0	10,0	11,7	11,6

Таблица 2. Структура посевных площадей ячменя озимого в % к посевной площади (233,3 тыс. га)**Table 2.** Structure of sown areas of winter barley in %, to sown area (233.3 thousand ha)

Годы	2017	2018	2019	2020
Посевная площадь, %	5,2	4,3	5,0	5,0

В отдельные годы наблюдалось резкое снижение посевной площади ячменя озимого из-за снижения потребности отраслей животноводства в кормах (табл. 1, 2).

Таблица 3. Урожайность ячменя озимого в Республике Адыгея**Table 3.** Yield of winter barley in the Republic of Adygea

Годы	2017	2018	2019	2020
Урожайность, ц/га	42,5	42,2	48,7	57,0

В период с 2017-го по 2020 г. наблюдался рост урожайности (табл. 3).

Валовый сбор зерна в 2019 г. в % к 2018 г. – 113,9, в 2020 г. в % к 2019 г. – 118,0.

Главными факторами формирования урожайности являются: региональные особенности погодных условий, содержание элементов минерального питания в почве зоны возделывания, применяемые средства химизации, а также эффективная технология.

Условия вегетации (погодные условия) относятся к категории случайных факторов, которые мы не можем изменить. Основные факторы погоды, существенно влияющие на формирование урожая сельскохозяйственных культур, – количество выпадающих осадков и температура воздуха. В южно-предгорной зоне Адыгеи зачастую условия увлажнения почвы, складывающиеся в апреле-мае, становятся причиной более поздних сроков сева яровых культур. Переувлажнение сентября-октября приводит к несвоевременной уборке урожая пропашных технических культур, запаздыванию с основной обработкой почвы под посев озимых зерновых и их позднему севу [1]. Предсказать погоду с высокой степенью точности при современном развитии техники и тем более изменить погодные условия невозможно, однако вполне возможно оценить их методами дисперсионного и корреляционно-регрессивного анализов.

Зональная агротехника на черноземных почвах включает мероприятия, направленные на уменьшение плотности, увеличение водопроницаемости. Увеличению водопроницаемости способствует глубокая вспашка без проведения выравнивания пахотного слоя осенью. Рациональная система обработки в севообороте на черноземах требует разумного сочетания отвальных и безотвальных способов [2, с. 23].

В условиях южно-предгорной зоны РА под посев ячменя рекомендуется вносить $N_{40-70}P_{60}K_{45-60}$. Калийные и фосфорные удобрения вносят под основную обработку одновременно с севом, что усиливает закалку растений, повышает их устойчивость к полеганию.

Внесение высоких доз азотных удобрений на посевах ячменя вызывает раннее полегание растений, снижает зимостойкость и ограничивает возможность роста урожая [3, с. 5]. Весьма эффективны азотные подкормки ранней весной в дозе N_{30-40} (0,9–1,2 ц/га аммиачной селитры) [4, с. 49–60; 5, с. 86–91; 6, с. 12, 34–35].

Комплексное использование удобрений и средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней способствует увеличению урожайности на 50–55 %.

Многочисленные научные исследования свидетельствуют, что применение разноглубинных способов обработки в севооборотах длительной ротации способствует повышению урожайности возделываемых культур. В исследованиях к. с.-х. н. М. М. Ильясова с соавторами показано, что наибольшая средняя урожайность в севообороте отмечена в вариантах с ярусной + мелкой обработкой и чизельной + мелкой обработкой на фоне как минеральной, так и органоминеральной систем удобрений. Наибольшая прибавка урожая на этих вариантах составила 1,15 и 0,93 т/га ЗЕ соответственно [7]. На светло-каштановых почвах Волгоградской области лучший способ, обеспечивающий наиболее оптимальные условия произрастания ячменя и формирующий наибольшую урожайность, – чизельная обработка с рыхлением без оборота пласта. Наихудший вариант – мелкая обработка БДТ-3 на глубину 0,1–0,12 м [8, с. 34–37]. В почвенно-климатических условиях юга-востока ЦЧП (Центрально-Черноземной полосы) увеличение глубины отвальной обработки до 25–27 см приводит к тенденции повышения урожайности ячменя, а изменение глубины до 14–16 см – к тенденции снижения на 5,8–18,5 % [9].

В краткосрочных опытах по возделыванию ячменя озимого в звене севооборота и в монокультуре, проведенных на полях научных подразделений ГНУ Адыгейский НИИСХ, выявлено:

– сложившиеся в период исследований погодные условия: высокие температуры и низкая относительная влажность воздуха в одни годы, недобор температур и избыточное увлажнение в период сева в другие годы стали наряду с использованием ежегодной поверхностной обработки почвы причиной снижения общего уровня урожайности с 20,6 ц/га до 12,3 ц/га (40,3 %). Прибавки урожайности зерна ячменя озимого в зависимости от действия удобрений ($N_{60} P_{60} + N_{40}$ в сравнении с $N_{20} P_{20} + N_{40}$) в звене севооборота – 16,6 % и на участках монокультуры – 18,5 % [6].

Актуальность исследований заключается в создании для растений оптимальных почвенных характеристик на основе применения базовых систем удобрений, а также использования приемов возделывания с применением почвенных обработок различной интенсивности, эффективных технологий возделывания, подверженных контролю и корректировке для условий южно-предгорной зоны Адыгеи.

Новизна исследований – в использовании эффективных приемов возделывания при оптимальных условиях тепловлагообеспеченности, что является одним из перспективных путей повышения урожайности сельскохозяйственных культур, стабилизации сохранения и воспроизводства почвенного плодородия.

Исходя из вышеизложенного, *цель наших исследований* заключалась в изучении и оценке влияния агротехнических и метеорологических факторов на формирование урожайности ячменя озимого на слитых выщелоченных черноземах южно-предгорной зоны Адыгеи.

Методика эксперимента. Опыт был заложен на научных полях Адыгейского НИИСХ в ноябре 2017 года.

Почва опытного участка: лугово-черноземная выщелоченная слитая сверхмощная глинистая, на делювиальных глинах с сильно выраженными окислительно-восстановительными процессами [10].

По результатам анализа почвенных образцов содержание гумуса и азота нитратов в почве низкое, подвижного фосфора – среднее, степень кислотности – средне-кислая (табл. 4).

Таблица 4. Результаты агрохимического анализа образцов почвы**Table 4.** Results of agrochemical analysis of soil samples

Содержание элементов питания						
Гумус (%)	pH _{сол.}	pH _{вод.}	N-NO ₃ мг/кг почвы	N-NH ₄ мг/кг почвы	P ₂ O ₅ мг/кг почвы	Сумма поглощенных оснований мг экв./100 г.
4,2	4,99	6,50	3,63	9,50	29,70	30,58

Запасы продуктивной влаги оценивались как хорошие и удовлетворительные.

В период сева наибольший запас продуктивной влаги в слое почвы 0–30 см накапливался на вариантах по вспашке в сравнении с поверхностной обработкой. В слое 30–60 см запасы влаги составляли 21–56 % от предельной полевой влагоемкости.

В слоях почвы 10–20, 20–30 см плотность в среднем за годы исследований по вспашке составила 1,25, по поверхностной обработке – 1,29 г/см³, что не превысило оптимальных показателей плотности для возделывания ячменя озимого. По обоим способам обработки агроуплотнение отмечено в более глубоких слоях.

В опыте изучали влияние способов обработки почвы и нормы удобрений на величину урожайности ячменя озимого сорта Добрыня. Сев культуры проводили в оптимальные для зоны сроки (I–II декада октября).

После уборки предшественника на одних вариантах проводили вспашку на 20–22 см (плуг ПН-4,35), на других дискование дисковой бороной (БДМ-4) на глубину 12–16 см со следующими вариантами применения удобрений:

1. Контроль – N₃₅ (аммиачная селитра).
2. Фон* – сульфоаммофос (N₂₀P₂₀S₈) – 200кг/га + N₃₅.
3. Фон* + N₅₀.
4. Фон* + N₆₅.

Внесение основного минерального удобрения – осенью, до посева. Подкормки азотным удобрением – в фазу начала активной вегетации весной (весеннее кущение).

Обработка гербицидами широкого спектра действия: Гранстар – 15 г/га в фазу весеннего кущения, Примадонна – 0,7 л/га после появления полных всходов осенью.

Полученные результаты исследований оценивали методами дисперсионного и корреляционно-регрессивного анализа [11].

Среднегодовое количество осадков в зоне исследований – 815–850 мм с колебаниями по годам от 620 (2008 г.) до 1252,7 мм (2004 г.). Среднегодовая температура воздуха – 10,0–11,3⁰ С. Характерна неравномерность распределения осадков по периодам вегетации сельскохозяйственных культур, урожайность которых в значительной степени определяется количеством осадков и их оптимальным распределением по фазам развития. Срок сева ячменя озимого для зоны – 1–5 октября, однако в силу локальных изменений климата наукой рекомендовано проводить сев озимых зерновых не позднее начала третьей декады октября с учетом конкретно складывающихся условий увлажнения.

Все годы исследований характеризовались недобором осадков в предпосевной период.

Увлажнение в период сева (I–II декада октября) во все годы исследований было достаточным для прорастания семян и получения дружных всходов. Образование третьего листа – начало кущения – отмечено в первой декаде ноября.

В холодный период влагонакопления переувлажнение наблюдалось в 2017/2018; 2019/2020 годах. С декабря по март выпало 360,9–346,9 мм осадков при норме 187 мм, что способствовало накоплению запасов продуктивной влаги в почве. Возобновление фазы кущения отмечено во второй половине марта – начале апреля.

Периоды дефицита влаги и повышения температуры воздуха в фазу молочной и восковой спелости зерна (III декада июня) были непродолжительными.

Фазы выхода в трубку, колошения, цветения проходили при достаточном количестве осадков и оптимальном тепловом режиме (20–22°С).

В целом за период исследований условия тепловлагообеспеченности для роста и развития растений ячменя озимого складывались благоприятно¹.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Средняя урожайность ячменя озимого в зависимости от применяемых способов обработки и норм удобрений составила 5,18 т/га (табл. 5).

Применение ежегодной обработки почвы дисковой бороной на глубину 12–16 см способствовало снижению урожайности ячменя озимого на 1,73 т/га, или на 28,6% (НСР₀₅ + 0,29 т/га) с 6,05 по вспашке до 4,32 т/га по поверхностной обработке.

В зависимости от действия удобрений наибольшая урожайность получена на варианте Фон + N₆₅ по вспашке 7,0 т/га, прибавка +2,1 достоверна (НСР₀₅ + 0,51 т/га).

Комплексное применение удобрений и средств защиты растений способствовало повышению урожайности в сравнении с контролем в среднем на 23,7; 37,5; 57,5 %. Прибавки урожайности + 0,95; + 1,5; + 2,3 т/га достоверны (НСР₀₅ + 0,41 т/га).

Дисперсионный анализ показал, что влияние исследуемых факторов на урожайность как результирующий показатель проявилось следующим образом:

1. Повторений опыта – 8,9.
2. Доз удобрений в сочетании со средствами защиты – 42 %.
3. Обработок почвы – 44,0 %.
4. Взаимодействия факторов обработок и удобрений – 0,8 %.
5. Случайных факторов и погоды – 4,3 %.

Таблица 5. Урожайность ячменя озимого сорта Добрыня в зависимости от доз использования удобрений и обработок почвы различной интенсивности (2018–2020 гг.)

Table 5. The yield of winter barley variety Dobrynya depending on the doses of fertilizers and tillage of various intensity (2018–2020)

Обработка почвы, глубина Фактор А	Удобрения Фактор В, кг/га д.в.	Вариант	Показатели урожайности, средние, т/га					
			По вариантам	Прибавки, ±	По удобрениям Ф. В	Прибавки, ±	По обработкам Ф. А	Прибавки, ±
Ежегодная отвальная (вспашка 20–22 см)	Контроль, N ₃₅	1	4,9	-	4,0	-	6,05	+1,73
	Фон*+N ₃₅	2	6,0	+1,1	4,95	+0,95		
	Фон*+N ₅₀	3	6,3	+1,4	5,5	+1,5		
	Фон*+N ₆₅	4	7,0	+2,1	6,3	+2,3		
Ежегодная безотвальная (поверхностная) обработка 12–16 см	Контроль, N ₃₅	1	3,1	-			4,32	-1,73
	Фон*+N ₃₅	2	3,9	+0,8				
	Фон*+N ₅₀	3	4,7	+1,6				
	Фон*+N ₆₅	4	5,6	+2,5				
Средняя в опыте			5,18		5,18			
НСР ₀₅ т/га				+0,51		+0,41		+0,29

*Фон – сульфаммофос N₂₀P₂₀S₈ – 200 кг/га. Подкормка NH₄NO₃.

¹ admin@pogoda360.ru

Величина биологической урожайности зависела от числа продуктивных стеблей на единице площади, массы 1000 зерен, массы зерна с одного колоса. Средняя биологическая урожайность ячменя озимого в опыте – 5,92 т/га; по вспашке – 6,98; по поверхностной обработке – 4,86 (табл. 6).

Способы обработки почвы оказали влияние на показатели продуктивной кустистости и озерненности колоса. В среднем по отвальной обработке на 1 м² сформировано 235, по безотвальной 175 продуктивных стеблей, показатели озерненности колоса выше по отвальной обработке: в среднем 65,4 и 54,0 зерен в колосе соответственно.

Таблица 6. Структурный анализ урожайности ячменя озимого сорта Добрыня (средние данные)

Table 6. Structural analysis of the yield of winter barley variety Dobrynya (average data)

Вариант		Общее количество растений/продуктивных стеблей, шт/м ² .	Коэффициент продуктивной кустистости/озерненность колоса, шт.	Крупность зерна (масса 1000 зерен)/масса зерна с одного колоса, г	Урожайность (биологическая)		Уборочный индекс: вес зерна/вес снопа без корней, %
					По вариантам, т/га	По обработкам, т/га	
Вспашка	1	276/196	0,71/66,4	39,5/2,62	5,14	6,98	67,6
	2	208/208	1,0/73,7	42,0/3,09	6,43		55,6
	3	260/229	0,881/62,0	44,7/2,94	6,73		67,3
	4	320/308	0,963/59,3	52,6/3,12	9,61		58,7
	среднее	266/235	0,888/65,4	44,7/2,94	6,98		62,3
Поверхностная обработка	1	188/176	0,936/86,7	48,6/4,21	7,41	4,86	78,0
	2	156/140	0,898/43,2	43,1/1,86	2,60		57,7
	3	193/169	0,876/25,7	44,1/2,45	4,14		41,4
	4	260/216	0,831/60,5	40,5/2,24	5,29		39,1
	среднее	199/175	0,885/54,0	44,1/2,69	4,86	5,92	54,1

Выявлена сильная степень зависимости урожайности от количества продуктивных стеблей – г 0,84, массы 1000 зерен – г 0,72, массы зерна с одного колоса – г 0,73; значительная (средняя) от общего количества растений – г 0,66, (при г <0,3 – слабая, г 0,4–0,7 – значительная (средняя), г от 0,7–0,8–1,0 – сильная степень зависимости) (табл. 7).

Таблица 7. Результаты корреляционного анализа урожайности ячменя озимого

Table 7. Results of correlation analysis of winter barley yield

Составляющие элементы структуры урожая	Уравнение регрессии $Y = \bar{y} + b_{yx} (X - \bar{x})$	Коэффициент корреляции r	Коэффициент детерминации R ²	Критерий существенности	
				tr _{теор.}	tr _{факт.}
Всего растений	$Y = 5,92 + 0,256X - 5,96$	0,66	0,31	2,31 >	2,16
Продуктивных стеблей	$Y = 5,92 + 0,036X - 7,31$	0,84	0,22	2,31 <	3,82
Коэффициент продуктивной кустистости	$Y = 5,92 + 1,01X - 8,96$	0,42	0,37	2,31 >	1,14
Озерненность колоса	$Y = 5,92 + 0,654X - 3,9$	0,57	0,11	2,31 <	5,18
Крупность зерна (масса 1000 зерен)	$Y = 5,92 + 0,354X - 15,2$	0,72	0,28	2,31 <	2,57
Масса зерна с одного колоса	$Y = 5,92 + 2,2X - 6,2$	0,73	0,28	2,31 <	2,61

Величины коэффициентов детерминации показывают, что от 11 до 37 % изменений урожайности ячменя озимого в наших исследованиях зависели от вариации элементов структуры урожая. Величины критериев значимости по выявленной степени зависимости свидетельствуют о существенности связи «изучаемый фактор – урожайность».

Выводы

1. Исследования показали, что ежегодное применение безотвальной обработки почвы ведет к снижению урожайности ячменя озимого в сравнении с ежегодной отвальной обработкой в среднем на 1,73 т/га, или на 28,6 %.

2. Применение вспашки в сравнении с дискованием способствовало увеличению урожайности ячменя озимого на всех вариантах применения средств химизации в сравнении с контролем: В2 – на 2,1 т/га, В3 – на 1,6 т/га, В4 – на 1,4 т/га.

3. Наиболее эффективный прием возделывания: внесение 65 кг д. в. N на фоне основного внесения по вспашке. Это лучший вариант с наибольшей урожайностью 7,0 т/га, прибавка 2,1 т/га достоверна ($HCp_{05} +0,5$ т/га).

4. Оценка результатов исследований методом дисперсионного анализа показала, что влияние обработок почвы на урожайность составило 44,0 %, влияние фактора удобрений – 42 %. Эффект влияния случайных факторов и погодных условий составил 4,3 %.

5. Отмечено, что 11–37 % изменений урожайности ячменя озимого зависели от взаимовлияния базовых показателей структуры урожая (коэффициент детерминации R^2 0,11–0,37). Урожайность исследуемой культуры в сильной степени коррелировала с количеством продуктивных стеблей – r 0,84; массой 1000 зерен – r 0,72; массой зерна с одного колоса – r 0,73.

6. Анализ погодных условий показал, что в некоторые годы весенние и летние месяцы характеризовались недостаточным увлажнением, периоды дефицита влаги и повышения температуры воздуха были непродолжительными. За все годы исследований фазы всходов, осеннего и весеннего кущения, выхода в трубку, колошения, цветения, налива зерна, созревания проходили при достаточном увлажнении и оптимальной температуре.

Таким образом, реализация биологического потенциала растений ячменя озимого возможна при использовании эффективных приемов возделывания, при благоприятно складывающихся условиях тепла и влаги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Девтерова Н. И. Изменение погодных условий и урожайность сельскохозяйственных культур в Адыгее // Земледелие. 2011. № 7. С. 9–11.

2. Состояние плодородия земель сельскохозяйственного назначения ФГБНУ «Адыгейский», НИИСХ, пути его повышения и эффективного использования / под ред. ФГУ «Центр агрохимической службы «Адыгейский». Майкоп, 2011. 40 с.

3. Состояние плодородия земель сельскохозяйственного назначения Республики Адыгея / под ред. ФГБУ «Центр агрохимической службы «Адыгейский». Майкоп, 2020. 20 с.

4. Технологические риски снижения урожая зерновых культур при страховой защите с государственной поддержкой / под ред. Милащенко Н. З., Щербакова В. В. Всероссийский НИИ агрохимии им. Прянишникова. Некоммерческое партнерство. Центр по инновационно-технологическому обеспечению. Москва: Агрия, 2016. 348 с.

5. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н., Кизинек С. В. Агрохимические основы применения удобрений. Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2013. 572 с.

6. Девтерова Н. И., Мамсиров Н. И., Золотарева Ю. О. Усовершенствованная технология комплексного использования средств химизации при возделывании ячменя озимого на слитых черноземах Адыгеи: результаты исследований. Майкоп: ИП «Магарин О. Г.», 2011. 39 с.

7. Ильясов М. М., Яппаров А. Х., Хисамутдинов Н. Ш., Шаронова Н. Л. Комплексный подход к изучению минимизации обработки черноземной почвы Республики Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 10. Т. 28. С. 22–25.

8. Плескачев Ю. Н., Кошечев И. А. Сравнительная эффективность способов основной обработки почвы при выращивании ячменя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2012. 96–3(27). 248 с.

9. Турусов В. И., Гармашов В. М., Корнилов И. М., Нужная Н. А., Говоров В. Н., Крячкова М. П. Плодородие чернозема обыкновенного и урожайность ячменя при различных приемах обработки почвы // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». 2019. № 4(32). С. 125–132.

10. Хитров Н. Б. Описание разреза, заложенного на территории «Адыгейского» НИИСХ 30 августа 2013 г. Почвенный институт им. Докучаева. Отдел генезиса и мелиорации засоленных и солонцовых почв. 2013.

11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1979. 416 с.

Информация об авторах

Девтерова Наталья Ильинична, ст. науч. сотр. отдела земледелия, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Майкопский государственный технологический университет;

385064, Россия, г. Майкоп, п. Подгорный, ул. Ленина, 48;

devterova55@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5859-2630>

Мамсиров Нурбий Ильясович, д-р с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой технологии производства сельскохозяйственной продукции, Майкопский государственный технологический университет;

385000, Россия, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191;

nur.urup@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>

REFERENCES

1. Devterova N.I. Change in weather conditions and productivity of agricultural crops in Adygeya. *Zemledeliye* [Agriculture]. 2011. No. 7. Pp. 9–11. (In Russian)

2. *Sostoyaniye plodorodiya zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya FGBNU "Adygeyskiy", NIISKH, puti yego povysheniya i effektivnogo ispol'zovaniya* [The state of fertility of agricultural land of "Adygeisky" State Agricultural Research Institute, ways to improve it and effective use] / under the editorship of "Center of Agrochemical Service "Adygeisky". Maykop, 2011. 40 p. (In Russian)

3. *Sostoyaniye plodorodiya zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya Respubliki Adygeya* [The state of fertility of agricultural lands of the Republic of Adygea]. Center for Agrochemical Service "Adygeisky". Maykop, 2020. 20 p. (In Russian)

4. *Tekhnologicheskiye riski snizheniya urozhaya zernovykh kul'tur pri strakhovoy zashchite s gosudarstvennoy podderzhkoy* [Technological risks of reducing the yield of grain crops under insurance protection with state support]. Editors Milashchenko N.Z., Shcherbakova V.V., All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after Pryanishnikov. Non-commercial partnership. Center for innovation - technological support. Moscow: Agriya, 2016. 348 p. (In Russian)

5. Sheudzhen A.Kh., Bondareva T.N., Kizinek S.V. *Agrokhimicheskiye osnovy primeneniya udobreniy* [Agrochemical fundamentals of fertilizer application]. Maykop: Poligraf-YUG, 2013. 572 p. (In Russian)

6. Devterova N.I., Mamsirov N.I., Zolotareva Yu.O. *Usovershenstvovannaya tekhnologiya kompleksnogo ispol'zovaniya sredstv khimizatsii, pri vozdeystvovanii yachmenya ozimogo na slitykh chernozemakh Adygei: rezul'taty issledovaniy* [Improved technology for the integrated use of chemicals in the cultivation of winter barley on the confluent chernozems of Adygea: research results]. Maykop: IP "Magarin O.G.", 2011. 39 p. (In Russian)

7. Ilyasov M.M., Yapparov A.Kh., Khisamutdinov N.Sh., Sharonova N.L. An integrated approach to the study of minimization of the cultivation of the chernozem soil of the Republic of Tatarstan. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the Agro-industrial complex]. 2014. No. 10. Vol. 28. Pp. 22–25. (In Russian)
8. Pleskachev Yu.N., Koshcheev I.A. Comparative efficiency of methods of basic tillage in barley cultivation. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa* [News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex]. 2012. No. 96–3(27). 248 p. (In Russian)
9. Turusov V.I., Garmashov V.M., Kornilov I.M., Nuzhnaya N.A., Govorov V.N., Kryachkova M.P. Fertility of ordinary chernozem and barley productivity at various tillage methods. *Nauchno-proizvodstvennyy zhurnal «Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury»* [Scientific and production journal “Grain legumes and cereals”]. 2019. No. 4(32). Pp. 125–132. (In Russian)
10. Khitrov N.B. *Opisaniye razreza, zalozhennogo na territorii “Adygeyskogo” NIISKH 30 avgusta 2013 g.* [Description of the section laid out on the territory of the “Adygey” Research Institute of Agriculture on August 30, 2013]. *Soil Institute named after Dokuchaev. Department of Genesis and melioration of saline and solonetzic soils*. 2013. (In Russian)
11. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experience]. Moscow: Kolos, 1979. 416 p. (In Russian)

Information about the authors

Devterova Natalya Ilyinichna, Senior Researcher, Department of Agriculture, Research Institute of Agriculture, Maikop State Technological University;

385064, Russia, Maykop, Podgorny settlement, 48 Lenin street;

devterova55@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5859-2630>

Mamsirov Nurbii Ilyasovich, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agricultural Production Technology of Maikop State Technological University;

385000, Russia, Maikop, 191 Pervomayskaya street;

nur.urup@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4581-5505>