

Влияние систематического внесения удобрений на урожай и качество зерна ярового ячменя

*А.В. Федюшкин, К. С.-Х. Н., А.В. Парамонов, К. С.-Х. Н.,
В.И. Медведева, ФГБНУ ФРАНЦ*

Яровой ячмень является одной из важнейших основных зернофуражных культур мира. По валовому сбору и посевным площадям среди зерновых культур он лидирует как в России, так и в мировом земледелии [1]. Широкое использование ячменя объясняется, в частности, благоприятным биохимическим составом его зерна. Оно содержит много крахмала и белка (до 15%), большое количество железа, калия, кальция, фосфора и магния, ферменты, жир (2–3%), витамины А, В, В₁, В₂, D, С и Е [1, 2]. Важно, что в белке имеются все незаменимые аминокислоты, поэтому яровому ячменю отводится одна из ведущих ролей в обеспечении животноводства, в частности птицеводства и свиноводства, высококачественным по содержанию белка и аминокислот фуражным зерном [2, 3].

Однако яровому ячменю долгое время не уделялось достаточного внимания. Часто его размещают в севообороте по худшим предшественникам, чем пшеница и рожь, удобрения под эту культуру вносят в ограниченном количестве, что не позволяет полностью раскрыть потенциал по урожайности данной культуры [3]. Поэтому актуальной на данный момент проблемой является изучение влияния систематического применения минеральных туков на продуктивность и содержание белка в зерне ярового ячменя.

Материал и методы исследования. С целью изучения особенностей влияния систематического внесения удобрений на урожай и качество зерна ярового ячменя в 2008–2015 гг. проведено исследование на стационаре К отдела агрохимии и минерального питания растений ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр».

Яровой ячмень сорта Прерия высевали в двух севооборотах. 1-й севооборот: яровой ячмень – травосмесь – травосмесь – просо – озимая пшеница – горох – озимая пшеница; 2-й севооборот: яровой ячмень – люцерна – люцерна – яровая пшеница – озимая пшеница – ЗБС – озимая пшеница.

Минеральные удобрения под яровой ячмень в обоих севооборотах вносили по следующей схеме: 1) контроль (без удобрений), 2) N₃₀, 3) P₆₀, 4) K₆₀, 5) N₃₀P₆₀, 6) N₃₀K₆₀, 7) P₆₀K₆₀, 8) N₃₀P₆₀K₆₀.

Фосфорные, калийные и сложные удобрения вносили под основную обработку, азотные – в подкормку в виде аммиачной селитры (34,5%) в фазу кущения и выхода в трубку. Общая площадь делянок равна 210 м², учётная – 50 м², повторность трёхкратная, расположение вариантов рендомизированное. Отбор проб, учёты урожая и определение содержания белка выполняли по стандартным методикам. Математическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [4].

Применяли рекомендуемую для зоны исследования агротехнику возделывания культуры. При этом учитывали климатические особенности региона: континентальный, умеренно жаркий климат; годовая температура воздуха – 9,6°С в среднем, сумма температур – 3200–3400°; продолжительность тёплого периода – 230–260 дн., безморозного – 175–180 дн. [5]. Наименьшее значение относительной влажности воздуха наблюдалось в июле – 50–60%, минимальные значения в отдельные дни могут достигать 25–30% и ниже. В среднем в год в зоне проведения исследования выпадает около 500 мм, за тёплый период – до 300 мм. Данное количество осадков в сочетании с частыми ветрами и высокими температурами часто приводит к воздушной и почвенной засухам.

Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным, очень тёплым, кратковременно промерзающим. Гранулометрический состав – тяжелосуглинистый, местами легкосуглинистый. Характерной особенностью почвы является большая мощность гумусового горизонта – 75–100 см при

невысоком содержании гумуса – 3,6–4,0%. Содержание валового азота составляет 0,22–0,24, общего фосфора – 0,17–0,18, калия – 2,3–2,4%, минерального азота и подвижного фосфора – низкое, обменного калия – повышенное. Специфическим признаком почвы является миграция карбонатов, сопровождающаяся образованием карбонатного иллювиального горизонта ниже гумусового и выделением карбонатных новообразований в виде мицелия, журавчиков, паутинки. Сумма поглощённых оснований в пахотном слое в среднем 40 мг-экв/100 г почвы, в её составе более всего кальция – 85%, магния – около 10, натрия – 3%. Реакция почвенной среды А_п – нейтральная или слабощелочная. Почва хорошо оструктурена. Элементы её скоагулированы в прочные агрегаты, преобладающая часть которых относится к агрономически ценным фракциям – 10–0,25 мм. Сумма водопрочных агрегатов – 50–55%. Плотность гумусового горизонта не превышает 1,4 г/см³, в пахотном колеблется от 1,0 до 1,2 [6, 7].

Результаты исследования. Яровой ячмень отзывчив на применение минеральных удобрений и серьёзно повышает урожайность при оптимальных дозах внесения [1–3]. Проведённое нами исследование показало, что на урожайность ярового ячменя существенно повлияли вносимые минеральные удобрения (табл. 1).

На контрольном варианте урожайность ярового ячменя, возделываемого в 1-м и 2-м севооборотах, отличалась незначительно и составляла 1,85 и 1,74 т/га соответственно. Применение минеральных удобрений в 1-м севообороте существенно увеличивало урожайность ячменя по вариантам опыта, за исключением варианта с внесением K₆₀, где прибавка урожая была минимальной и не превышала статистически значимой величины. Максимальная прибавка (1,22 т/га) наблюдалась при внесении полного минерального удобрения, когда растения ячменя более полно обеспечивались необходимыми элементами минерального питания, что позволило сформировать урожай на 65,95% выше, чем на неудобренном варианте. Использование только

1. Урожайность ярового ячменя за 2008–2015 гг., т/га

Вариант	1-й севооборот			2-й севооборот		
	урожайность, т/га	прибавка		урожайность, т/га	прибавка	
		т/га	%		т/га	%
Контроль	1,85	–	–	1,74	–	–
N ₃₀	2,59	0,74	40,0	2,36	0,62	35,63
P ₆₀	2,47	0,62	33,51	2,19	0,45	25,86
K ₆₀	2,26	0,41	22,16	2,06	0,32	18,39
N ₃₀ P ₆₀	2,59	0,74	40,0	2,35	0,61	35,06
N ₃₀ K ₆₀	2,72	0,87	47,03	2,32	0,58	33,33
P ₆₀ K ₆₀	2,58	0,73	39,46	2,33	0,59	33,91
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	3,07	1,22	65,95	2,68	0,94	54,02
НСР ₀₅	0,42	–	–	0,38	–	–

фосфорных и фосфорно-калийных удобрений обусловило прибавку урожая соответственно на 0,62 и 0,73 т/га, что существенно меньше, чем при внесении полного минерального удобрения. При достаточном количестве данных элементов питания растения ячменя начинали испытывать недостаток в доступных соединениях азота. При применении только азотных, азотно-фосфорных и азотно-калийных удобрений прибавка урожая существенно не изменилась, составив 40–47,03% по отношению к контролю.

Во 2-м севообороте урожайность ячменя была незначительно ниже по всем вариантам опыта, что связано с изменением его структуры. Внесением минеральных удобрений объяснялось существенное увеличение урожайности. Причём прослеживались аналогичные тенденции в изменении урожайности ярового ячменя по вариантам опыта, как и в 1-м севообороте.

Зерно ярового ячменя является высокобелковым кормом, сбалансированным по аминокислотному составу, поэтому повышение содержания белка в зерне является важным фактором увеличения его кормовой и питательной ценности. Как показало исследование, внесение минеральных удобрений приводило к изменению содержания белка в зерне ярового ячменя (табл. 2).

В 1-м севообороте применение минеральных туков приводило к значительному увеличению содержания белка в зерне ячменя по вариантам опыта. Исключение составил вариант с внесением $P_{60}K_{60}$, где содержание белка было ниже, чем на контроле (11,52%), вероятно, из-за дефицита азотного питания. Применение полного минерального удобрения несущественно повышало содержание белка в зерне – до 11,98%. Внесение азотных, фосфорных, калийных удобрений отдельно и в сочетании вызывало существенное увеличение (выше 12%) содержания белка. Максимальное значение наблюдалось при внесении $N_{30}P_{60}$ и составляло 12,87%.

Во 2-м севообороте ситуация складывалась несколько иначе. Статистически достоверное увеличение содержания белка в зерне отмечалось на

вариантах с внесением только азотных удобрений, а также $N_{30}P_{60}$ и $N_{30}K_{60}$. При применении полного минерального удобрения содержание белка увеличивалось незначительно и составляло 11,97%. По остальным вариантам белковость зерна была ниже, чем на контроле. Максимальное содержание белка, как и в 1-м севообороте, наблюдалось при внесении $N_{30}P_{60}$ и составляло 12,56%. Минимум также был отмечен на варианте с внесением $P_{60}K_{60}$ и составил 11,51%.

Сбор белка на контрольных вариантах обоих севооборотов отличался незначительно и составлял 0,21–0,22 т/га. Применение минеральных удобрений под яровой ячмень в первом севообороте приводило к значительному повышению данного показателя по вариантам опыта. Максимум отмечен при использовании полного минерального удобрения – 0,37 т/га, минимум – при использовании только калийных удобрений. Следует отметить, что статистически значимых колебаний в сборе белка по остальным удобренным вариантам не наблюдалось и находилось в пределах 0,3–0,34 т/га.

Во 2-м севообороте сбор белка на удобренных вариантах также был выше, чем на контроле, однако статистически достоверное увеличение данного показателя отмечалось не везде. Так, применение P_{60} , K_{60} и $P_{60}K_{60}$ повышало сбор белка на незначительную величину. Максимальный сбор белка также выявлен при применении полного минерального удобрения (0,32 т/га).

В последние годы в связи со сложными экономическими условиями на первое место при оценке эффективности удобрений выходит окупаемость затрат на их применение. Результаты расчёта окупаемости вносимых под яровой ячмень туков приведены на рисунке.

Расчёты показали, что максимальная окупаемость и в 1-м, и во 2-м севооборотах возможна при применении только азотных удобрений, достигая 2,47–2,07 кг/кг д.в. Минимальная окупаемость туков по обоим севооборотам наблюдалась при внесении $P_{60}K_{60}$, составляя 0,61–0,49 кг/кг д.в.

При применении полного минерального удобрения окупаемость туков незначительно повысилась

2. Содержание и сбор белка в посевах ярового ячменя за 2008–2015 гг.

Вариант	1-й севооборот		2-й севооборот	
	содержание белка, %	сбор белка, т/га	содержание белка, %	сбор белка, т/га
Контроль	11,81	0,22	11,89	0,21
N_{30}	12,32	0,32	12,37	0,29
P_{60}	12,63	0,31	11,94	0,26
K_{60}	12,22	0,28	11,74	0,24
$N_{30}P_{60}$	12,87	0,33	12,56	0,30
$N_{30}K_{60}$	12,57	0,34	12,32	0,29
$P_{60}K_{60}$	11,52	0,30	11,51	0,27
$N_{30}P_{60}K_{60}$	11,98	0,37	11,97	0,32
HCP_{05}	0,33	0,08	0,27	0,06

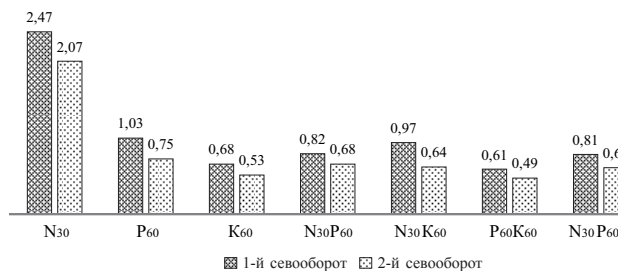


Рис. – Окупаемость удобрений, вносимых под яровой ячмень, кг/кг д.в.

и составила 0,81 кг/кг д.в. в 1-м севообороте и 0,63 кг/кг д.в. – во 2-м.

Выводы. Применение минеральных удобрений в изучаемых дозировках способствовало увеличению урожайности ярового ячменя. Наилучшие результаты в обоих севооборотах получены при применении полного минерального удобрения, что увеличивает прибавку урожая на 0,94–1,22 т/га.

Внесение минеральных удобрений приводит к увеличению содержания белка в зерне ярового ячменя по вариантам опыта. Максимальное значение в обоих севооборотах получено при внесении N₃₀P₆₀, что повышает содержание белка в зерне до 12,56–12,87%. При внесении полного минерального удобрения статистически достоверного повышения содержания белка не отмечено.

Сбор белка возрастает при использовании минеральных туков. Максимум данный показатель достигает при использовании полного минерального удобрения в обоих севооборотах и составляет 0,32–0,37 т/га. Статистически значимых колебаний

в сборе белка по большинству удобренных вариантов в севооборотах не наблюдалось.

Максимальная окупаемость удобрений достигается при применении только азотных удобрений в дозе 30 кг д.в./га в обоих севооборотах, достигая 2,07–2,47 кг/кг д.в. При использовании полного минерального удобрения окупаемость снижается до 0,63–0,81 кг/кг д.в.

Таким образом, для повышения урожайности и содержания белка в зерне ярового ячменя сорта Прерия с максимальной окупаемостью вносимых удобрений следует применять только азотные удобрения в дозе N₃₀, что позволяет получить урожай зерна в пределах 2,36–2,59 т/га при содержании белка 12,32–12,37% и окупаемости вносимых удобрений 2,07–2,47 кг/кг д.в.

Литература

1. Гамзаева Р.С. Влияние биопрепаратов и минеральных удобрений на общую биологическую активность почвы и урожайность ярового ячменя // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 42. С. 86–90.
2. Сидорова Л.В., Яичкин В.Н. Влияние азота, серы и калия в составе удобрений на урожайность и качество ярового ячменя // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 52–53.
3. Юмашев Х.С. Эффективность минеральных удобрений на посевах ярового ячменя в различных севооборотах // АПК России. 2017. Т. 24. № 4. С. 960–965.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
5. Агроклиматические ресурсы Ростовской области. Л.: Гидрометиздат, 1972. 252 с.
6. Парамонов А.В. Влияние некоторых приёмов агротехники на урожайность культур кормового севооборота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 50–53.
7. Вошелский Н.Н. Выращивание ярового ячменя в условиях Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 40–43.