

# РАСТЕНИЕВОДСТВО

## УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**А.В. Шуравилин<sup>1</sup>, В.В. Бородычѐв<sup>2</sup>,  
А.Е. Новиков<sup>3</sup>, А.А. Поддубский<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Агроинженерный департамент Аграрно-технологического института  
Российский университет дружбы народов  
*ул. Миклухо-Маклая, 8/2, Москва, Россия, 117198*

<sup>2</sup>Волгоградский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский  
институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова»  
*ул. Тимирязева, 9, Волгоград, Россия, 400002*

<sup>3</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский  
институт орошаемого земледелия»  
*ул. Тимирязева, 9, Волгоград, Россия, 400002*

Приведены результаты мелкой (на 20—22 см) и относительно глубокой основной обработки почвы (27—30 см) и дифференцированного внесения по глубине пахотного горизонта доз минерального питания (N и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) на урожайность ярового ячменя. Установлено, что вспашка почвы до 30 см (стойками СибИМЭ) с заделкой на ту же глубину фосфорных удобрений повышает биологическую активность почвенной микрофлоры, участвующей в разложении целлюлозосодержащих субстратов, является средством повышения плодородия светло-каштановых почв, что особенно важно для богарных условий. В среднем урожайность при мелкой вспашке составляет 2 т/га и была меньше на 15% в сравнении с вариантом, где проводилась глубокая безотвальная обработка почв. По годам исследований суммарная биологическая активность при глубокой безотвальной обработке составила 930 мкг аминокислот на грамм полотна, что выше на 26% варианта с мелкой вспашкой почвы. В сравнении с мелкой вспашкой (вариант 1) при безотвальной относительно глубокой обработке почвы (вариант 2) происходит большее накопление продуктивной влаги в метровом слое. В период кушения растений в среднем запасы влаги в варианте 2 выше на 16%, чем в варианте 1, и составляют 147 мм. В фазы трубкование—колошение и полная спелость ярового ячменя разница по содержанию продуктивной влаги между вариантами возрастает до 20 и 33% в сторону безотвальной глубокой обработки. Относительно высокая влажность почвы (следствие способа обработки почвы) способствовала более быстрому переходу фосфатов в горизонте 25—30 см и нитратов в слое 10—15 см в доступные формы элементов питания для почвенных микроорганизмов. Выявлено, что норму внесения азота и фосфора следует увязывать и с основной обработкой почвы и с особенностями развития корневой системы возделываемой культуры.

**Ключевые слова:** обработка почвы, минеральные удобрения, влага, урожайность, яровой ячмень, биологическая активность.

**Введение.** Для засушливых почвенно-климатических условий Нижнего Поволжья специалисты рекомендуют основную обработку почвы — в зернопаровом севообороте — выполнять тяжелыми дисковыми бородами на глубину 12—14 см с последующим щелеванием на 35—40 см [1]. Подобные тенденции также практикуются и в более плодородных регионах нашей страны, так, например, в Тамбовской области учеными ТНИИСХ для того же севооборота рекомендуется чередовать безотвальную обработку на глубину 20—22 см с относительно глубокой вспашкой на 27—30 см [2].

Заслуживают внимания и глубокая безотвальная чизельная обработка почвы на глубину 35—40 см [3—6], которую целесообразно проводить один раз в 3 года.

В последние годы отдается предпочтение — например, по критерию урожайности ячменя [7] — чизелеванию почвы на 35 см (урожайность 1,71 т/га) по сравнению с поверхностной обработкой дисковыми бородами на 10—12 см (урожайность 1,04 т/га). Казалось бы, на каштановых почвах Нижнего Поволжья эффективность чизелевания как глубокой безотвальной обработки доказана. Однако во многих хозяйствах имеются давно известные и широко применяемые стойки СибИМЭ для безотвальной обработки почвы на глубину, соизмеримую с глубокой «классической» отвально-лемешной вспашкой (25—30 см).

**Материалы и методика.** Полевые опыты проводили в богарных условиях на светло-каштановых почвах Волгоградской области (УНПЦ Горная поляна), в рамках четырехпольного зернопропашного севооборота пар черный — озимая пшеница — сорго на зерно — яровой ячмень (2010—2012 гг.).

В соответствии с рекомендациями [2] посевы проводили в период с 10 по 15 апреля. Ранний посев является основным критерием получения высокого урожая ярового ячменя в засушливых условиях Нижнего Поволжья. Уборку ячменя (сорт «Ергенинский») проводили в I—II декаде июля по достижению полной спелости. За период вегетации растений в зависимости от погодных условий, болезней и вредителей, а также засоренности проводились необходимые стандартные работы по уходу за посевами [8; 9].

В течение вегетационного периода проводились все необходимые стандартные мероприятия по уходу за растениями.

В задачи исследования входило определение в светло-каштановой почве содержания минеральных элементов питания, запасов продуктивной влаги, биологической активности и урожайности замыкающей севооборотной культуры — ячменя — после следующих видов основной обработки почвы и дифференцированного внесения удобрений (варианты опытов):

1) безотвальная поверхностная обработка на 12—15 см пропашным культиватором; заделка под предпосевную культивацию удобрений  $N_{60}P_{50}$ ;

2) безотвальная обработка стойками СибИМЭ на 25—30 см с внесением на ту же глубину  $P_{50}$  и под предпосевную культивацию  $N_{60}$ .

Доза минеральных удобрений  $N_{60}P_{50}$  — необходимое количество элементов питания выносимых растением за вегетационный период — и варианты их внесения под культуру обусловлены рекомендациями для засушливых условий Нижнего Поволжья [10].

**Результаты.** По условиям тепло- и влагообеспеченности за время вегетации растений годы исследований были близки к среднегодовым (табл. 1). Динамика нарастания температур носит закономерный характер — максимум приходится на середину июля и держится до II—III декады августа, после чего идет постепенное снижение. Распределение осадков происходит более неравномерно, основное количество приходится на позднеосенний, зимний и ранневесенний периоды, что создает благоприятные условия для накопления почвенной влаги и развития сельхозкультур с ранним сроком посева и относительно коротким периодом вегетации (70—90 дней).

Согласно гидрометеорологическим данным в период с января по март 2010 г. выпало почти 140 мм осадков, а в 2012 г. — 143 мм, это почти в 1,5 раза выше нормы за данный промежуток времени. В 2011 г. этот же период был близок к среднегодовому — выпало около 66 мм осадков.

Анализ погодных условий (табл. 1) показал, что распределение осадков в периоды вегетации растений было крайне неравномерным. По гидротермическому коэффициенту период вегетации ярового ячменя в 2010 г. можно охарактеризовать как слабозасушливый (ГТК = 0,93), выпало почти 230,5 мм осадков, 2012 г. — крайнезасушливый (ГТК = 0,48) с количеством осадков 123,6 мм. Наименьшее количество осадков в период вегетации растений выпало в 2011 г. — 73,2 мм, что характерно для области с сухим климатом (ГТК < 0,4).

Таблица 1

**Погодные условия в период проведения исследования  
(по данным метеостанции ВолГАУ)**

Месяцы	Годы исследований								
	2010			2011			2012		
	Σ P, мм	Σ t, °C	ГТК	Σ P, мм	Σ t, °C	ГТК	Σ P, мм	Σ t, °C	ГТК
Апрель	32,0	261,4	1,22	23,8	244,4	0,97	9,5	443,1	0,21
Май	116,5	574,8	2,03	22,3	550,5	0,41	25,3	620,7	0,41
Июнь	3,0	754,6	0,04	16,3	674,1	0,24	32,6	736,9	0,44
Июль	79,0	875,6	0,90	10,8	875,3	0,12	56,2	775,7	0,72
Итого	230,5	2466,4	0,93	73,2	2344,3	0,31	123,6	2576,4	0,48

Важным фактором пополнения запасов продуктивной влаги в почве и получения хорошего урожая ячменя является выпадение осадков в период со среднесуточными температурами выше 18—20 °C (биологический оптимум вегетации культуры). Благоприятные условия для развития растений сложились в 2010 и 2012 гг. — в июне—июле выпало осадков на 37—48% больше нормы, 82 и 89 мм соответственно. В 2011 г. недостаточная влагообеспеченность растений за тот же период негативно сказалась на изучаемых показателях, выпало осадков на сумму 27,1 мм.

Результаты анализов почвы по определению содержания основных элементов питания (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) в различных горизонтах почвы — до 40 см — сведены в табл. 2. Отбор почвы проводили после посева, в течение вегетации и после уборки культуры, всего 5 отборов в каждом варианте; в таблице представлены усредненные данные за три года исследований.

Таблица 2

**Усредненные данные по распределению минеральных элементов питания по слоям почвы при возделывании ярового ячменя (2010–2012 г.)**

Варианты	Обозначение	Минеральные элементы питания по слоям, мг/кг		
		0—10 см	10—20 см	20—40 см
1	N	13,8	10,8	9,7
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	47,5	36,4	20,1
	K <sub>2</sub> O	276,8	223,8	206,0
2	N	12,7	12,2	11,9
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48,0	39,5	32,8
	K <sub>2</sub> O	320,9	255,9	216,5

Что касается содержания в почве природного калия, то при безотвальной обработке не происходит «закапывание» этого элемента питания. В варианте 2, в слое 0—10 см его содержание достигает максимума — 320,9 мг/кг; во всех вариантах опыта фиксируется соизмеримое количество слабо востребованного калия. Эти особенности распределения по горизонтам элементов питания целесообразно увязывать и с определением дозы каждого вида удобрения, и с корневой системой возделываемой культуры, и, следовательно, с видом основной обработки почвы, имея в виду, что избыток в почве природного калия — вовсе не свидетельство плодородия почвы, поскольку растениями усваиваются лишь подвижные формы минеральных удобрений.

От вида основной обработки почвы, количества и способа внесения удобрений существенно зависит главнейший показатель каштановой почвы — ее влагоемкость (определяли динамику продуктивной влаги в метровом слое почвы, табл. 3). В среднем по годам исследования максимальное содержание влаги на протяжении вегетационного периода фиксируется после безотвальной обработки почвы стойками СибИМЭ (вариант 2).

Таблица 3

**Усредненные по годам изучаемые показатели при возделывании ярового ячменя (2010–2012 гг.)**

Варианты	Продуктивная влага в метровом слое по фазам развития, мм			Биологическая урожайность, т/га	БА почвы, мкг амин. на 1 г полотна
	кущение	трубкование — колошение	полная спелость		
1	124	75,4	48,7	2,0	685
2	147	94,3	71,5	2,35	930

Примерно пропорционально содержанию влаги возрастает урожайность ячменя — в варианте 2 достигает уровня 2,35 т/га. Это на 15% больше, чем в варианте 1 (после поверхностной обработки) и существенно выше цитировавшихся опытов по выращиванию ярового ячменя примерно в тех же условиях [7]. Весьма важно, что эти показатели достигнуты при отсутствии орошения, на бедной гумусом почве, в засушливых условиях Нижнего Поволжья.

Кроме того, запасы продуктивной влаги в варианте 2 способствовали росту суммарной биологической активности в слое 0—40 см за период вегетации растений (табл. 3), что закономерно, т. к. влажность в зоне аридного земледелия является лимитирующим фактором для развития не только растений, но и микроорганизмов. Внесение  $P_2O_5$  на глубину залегания продуктивной влаги — 25—30 см — ускорило процесс перехода фосфатов в доступные формы для растений и микроорганизмов. В результате биологическая активность (БА) в варианте 2 почти в 1,4 раза выше, чем в варианте с поверхностной обработкой почвы.

Биологическая активность почвы является эколого-агрономическим индикатором антропогенного воздействия на нее, важным фактором плодородия почвы и находится в прямой зависимости от урожайности сельскохозяйственных культур [11]. Усиление активности микроорганизмов, минерализующих растительные остатки, свидетельствуют о восстановлении плодородия почвы.

**Выводы.** Известное утверждение ученых-аграриев [12] о том, что все пропашные культуры, за исключением кукурузы, не реагируют на способы и глубину обработки почвы, является дискуссионным. Полученные данные для колосовых зерновых культур — в нашем случае ярового ячменя — подобные выводы не подтверждают. В среднем урожайность при мелкой вспашке (вариант 1) — 2,0 т/га — в сравнении с вариантом, где проводилась глубокая безотвальная обработка почвы, меньше на 15%.

При мелкой обработке — в условиях часто повторяющихся в Нижнем Поволжье острой засухи — верхний слой почвы по существу лишается влаги, при этом плотность почвы ниже пахотного горизонта может достигать неприемлемых значений  $\geq 1,4$  г/см<sup>3</sup>. В сравнении с мелкой вспашкой (вариант 1) при безотвальной относительно глубокой обработке почвы (вариант 2) происходит большее накопление продуктивной влаги в метровом слое. В период кушения растений в среднем запасы влаги в варианте 2 выше на 16% чем в варианте 1 и составляют 147 мм. В фазы трубкование—колошение и полная спелость ярового ячменя разница по содержанию продуктивной влаги между вариантами возрастает до 20 и 33% в сторону безотвальной глубокой обработки.

Вспашка почвы до 30 см (стойками СИБИМЭ) с заделкой на ту же глубину фосфорных удобрений влияет на биологическую активность почвенной микрофлоры, участвующей в разложение целлюлозосодержащих субстратов, является средством повышения плодородия светло-каштановых почв, что особенно важно для богарных условий. Относительно высокая влажность почвы в варианте 2 (следствие способа обработки почвы) способствовала более быстрому переходу фос-

фатов в горизонте 25—30 см и нитратов в слое 10—15 см в доступные формы элементов питания для почвенных микроорганизмов. В среднем по годам суммарная биологическая активность составила 930 мкг аминокислот на грамм полтона, что выше на 26% варианта с мелкой вспашкой почвы.

Полученные результаты также показывают, что норму внесения азота и фосфора следует увязывать и с основной обработкой почвы, и с особенностями развития корневой системы возделываемой культуры, варьируя распределение N и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> по горизонтам почвы; при внесении P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O целесообразно учитывать наличие в почве не только общего количества фосфора и калия, но и их подвижных, легкодоступных (корням и микрофлоре) форм.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Плескачёв Ю.Н., И.Б. Борисенко. Способы основной обработки каштановых почв Нижнего Поволжья в зернопаровом севообороте: Монография. Волгоград: Перемена, 2005.
- [2] Вислобокова Л.Н., Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П. Урожайность ярового ячменя в зависимости от основной обработки почвы, доз минеральных удобрений, средств защиты растений // *Зерновое хозяйство России*. 2012. № 1. С. 77—89.
- [3] Борисенко И.Б. Совершенствование ресурсосберегающих и почвозащитных технологий и технических средств обработки почвы в острозасушливых условиях Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Чебоксары, 2006.
- [4] Пындак В.И., Степкина Ю.А., Новиков А.Е. Высокоэффективные технологии возделывания зерновых колосовых культур в засушливых условиях Нижнего Поволжья // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2012. № 4. С. 188—191.
- [5] Новиков А.Е., Пындак В.И. Энерго-ресурсосберегающие технологии чизельной обработки почвы: Монография. Saarbrücken (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012.
- [6] Чизелевание почвы: перспективные орудия и способы возделывания широкорядных пропашных культур / И.Б. Борисенко, А.Е. Доценко, П.И. Борисенко, А.Е. Новиков // *Аграрный научный журнал*. 2015. № 7. С. 41—45.
- [7] Плескачёв Ю.Н., Кошечев И.А. Сравнительная эффективность способов основной обработки почвы при выращивании ячменя // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2012. № 3. С. 34—37.
- [8] Дубенок Н.Н. Яровой ячмень — перспективная культура рисовых севооборотов Калмыкии / Н.Н. Дубенок, В.В. Кузнецова, В.В. Бородычёв [и др.] // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2014. № 1. С. 13—17.
- [9] Кузнецова В.В. Возделывание ярового ячменя в рисовых чеках / В.В. Кузнецова, В.В. Бородычёв, С.Б. Адьяев [и др.] // *Плодородие*. 2013. № 6. С. 13—15.
- [10] Научные основы и рекомендации по применению удобрений в Поволжье. Саратов: Приволжское кн. изд-во, 1976.
- [11] Свирскене А. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почву // *Почвоведение*. 2003. № 2. С. 202—210.
- [12] Богомягих В.А., Таранин В.И., Жидков Г.А. Минимальная обработка почвы в южной степной зоне // *Вестник РАСХН*. 2004. № 4. С. 20—21.

## THE YIELD OF SPRING BARLEY IN THE BROWN SOILS OF THE NIZHNEE POVOLZH'E REGION

A.V. Shuravilin<sup>1</sup>, V.V. Borodachev<sup>2</sup>,  
A.E. Novikov<sup>3</sup>, A.A. Poddubsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroengineering the Department of agricultural and technological Institute  
Peoples' Friendship University of Russia  
Miklukho-Maklay Str., 8/2, Moscow, Russia, 117198

<sup>2</sup>Volgogradbranch of FSBSI all-Russian research  
Institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A.N. Kostyakov  
Timiryazeva Str., 9, Volgograd, Russia, 400002

<sup>3</sup>FSBI all-Russian research Institute of irrigated agriculture  
Timiryazeva str., 9, Volgograd, Russia, 400002

The results of small (20—22 cm) and relatively deep main processing of the soil (27—30 cm) and variable rate application depth of arable horizon of doses of mineral nutrition (N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) on yield of spring barley. It is established that ploughing soil up to 30 cm (pillars of Cibima) with in-corporation at the same depth easy phosphorus-rhenium increases the biological activity of the soil microflora involved in the proposal of cellulose substrates is a means of increasing the fertility of light chestnut soil, which is especially important for rainfed conditions. The average crop capacity in the shallow plowing is 2 t/ha and was lower at 15% compared to Varian, where he held a deep subsurface tillage. By years of research sum-total biological activity in the deep subsurface treatment amounted to 930 mg of amino acids per gram of leaf, which is higher by 26% the variant with shallow plowing. Compared to shallow ploughing (option 1) at subsurface relatively deep processing of crude soil (option 2) there is greater accumulation of productive moisture in a meter layer. In the period of tillering of plants at average moisture reserves in option 2 is higher by 16% than in option 1 and constitute a 147 mm. In phase trubavina-earring and full maturity of the spring-barley the difference between the productive moisture content increases to between 20 and 33% in the direction of no-till deep processing. Relatively high soil moisture (a consequence of the method of tillage) contributed to a more rapid transition of phosphates in the horizon of 25—30 cm and nitrate in the layer 10—15 cm in available forms of nutrients for soil microorganisms. It is revealed that the application rate of nitrogen and phosphorus should be linked with the main processing of the soil, and the peculiarities of development of the root system of cultivated crops.

**Key words:** treatment of soil, fertilizers, moisture, yield, spring barley, biological activity.

### REFERENCES

- [1] Pleskachev Yu., Borisenko I.B. The main methods of chestnut soils of the Lower Volga region in the grain-fallow crop rotation: Monograph. Volgograd: Peremena, 2005.
- [2] Vislobokova L.N., Vorontsov V.A., Korochkin J.P. The yield of spring barley depending on main soil cultivation, doses of fertilizers, plant protection products. *Grain economy of Russia*. 2012. No. 1. P. 77—89.
- [3] Borisenko I.B. Improving conservation technologies and technical means for tillage in high-draught conditions Lower Pool region: abstract. dis. d-ra tekhn. sciences. NV research Institute of agriculture. Cheboksary, 2006.
- [4] Pindak V.I., Stepkin J.A., Novikov A.E. High-efficiency technologies of cultivation of cereal crops in the arid conditions of the Lower Volga region. *Proceedings of lower Volga agro-diversity complex: Science and higher neck professional education*. 2012. No. 4. P. 188—191.
- [5] Novikov E.A., Pindak V.I. Energy — saving technologies chisel tillage: Monography. Saarbrücken (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012.

- [6] Borisenko I.B., Dotsenko E.A., Borisenko P.I., Novikov E.A. The Chiseling of the soil: promising tools and methods of cultivation of wide-row Propashneh cultures. *Agricultural scientific journal*. 2015. No. 7. P. 41—45.
- [7] Pleskachev Yu., Koshcheev I.A. Comparative effectiveness of methods of primary tillage in the cultivation of barley. Proceedings of lower Volga AG-youiversitytv complex: science and higher professional education. 2012. No. 3. P. 34—37.
- [8] Dubenok N.N., Kuznetsov V.V., Borodachev V.V. [and others]. Spring barley is a promising rice culture crop rotations Kalmykia. *Proceedings of lower Volga AG-youiversitytv complex: Science and higher professional education*. 2014. No. 1. P. 13—17.
- [9] Kuznetsov V.V., Borodichev V.V., Agaev S.B. [et al.] Growing of spring barley in rice fields. *Fertility*. 2013. No. 6. P. 13—15.
- [10] Scientific basis and recommendations for use of fertilizers in the Volga region. Saratov: Volga book. Publishing house, 1976.
- [11] Svirskoe A. Microbiological and biochemical indicators in the evaluation of anthropogenous impact on the soil. *Soil science*. 2003. No. 2. P. 202—210.
- [12] Bogomyagky V.A., Terenin V.I., Zhidkov, A.G. Minimum tillage in the southern steppe. *Bulletin of the RAAS*. 2004. No. 4. P. 20—21.