

Nikolay A. Lapshinov,
ScD (Doctor in agricultural sciences), associate professor,

Alexey L. Pakul,
Post-graduate;

Galina V. Bozhanova,
Post-graduate;

Vera N. Pakul,
ScD (Doctor in agricultural sciences), associate professor,
FGBNU "the Kemerovo NIISH"

Cultivation of Summer Barley of Simone at Various Systems of Processing of the Soil

Keywords: *summer barley, system of processing of the soil, predecessor, productivity*

Annotation: *Results of carrying out research work on studying of resource-saving systems of processing of the soil, use of fertilizers are given. The mulching minimum system of processing with use of fertilizers in a dose of $N_{12}P_{20}K_{12}$ which provides during the period a kushcheniye-kolosheniye summer barley with productive moisture, mineral food has advantage, keeps fertility of the soil, increases productivity for 20,0%. The interrelation between density of the soil and its biological activity, $r = 0,3060$ is established.*

В условиях рыночной экономики тема ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве остаётся наиболее актуальной. Одно из основных направлений в снижение затрат – минимизация операций по обработке почвы, на долю которых приходится 35-40% энергии, затрачиваемой в полевом цикле (1).

Мнения учёных по данному вопросу различны, одни говорят о преимуществе минимальных и нулевых обработок почвы, другие отмечают при переходе к данным обработкам значительное засорение посевов и снижение продуктивности пашни (2, 3, 4, 5, 6, 7).

В последние годы во многих странах резко возросли площади культур, возделываемых по технологии No-till, основанной на прямом посеве по стерне, без каких либо механических обработок почвы. В России немало примеров эффективности освоения этой технологии. В частности, хозяйства Новосибирской области Краснозёрского, Искитимского районов получают по технологии прямого посева высокие и стабильные урожаи. Большой прогресс, в освоении данной технологии достигнут в Кемеровской области (8).

В зависимости от системы обработки почвы должна изменяться и система применения удобрений, с учётом наличия питательных веществ в почве и конкретных условий хозяйства (9).

Задача специалистов заключается в том, чтобы наиболее эффективно и рентабельно использовать каждый центнер минеральных и органических удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Необходимо определить оптимальную норму удобрений и технологию их внесения (при посеве, внекорневой подкормке). Кроме того, имеются большие возможности накопления и использования органических удобрений. (10).

Одним из видов органических удобрений является солома. Запашка соломы является важным резервом повышения содержания в почве гидролизуемого и нитратного азота, подвижной фосфорной кислоты. Внесение соломы способствует лучшему развитию аэробного азотфиксатора – азотобактера. Запахивание соломы положительно влияет на многие почвенные процессы и пополнение запасов гумуса, и повышает численность всех групп микроорганизмов (11).

Уменьшить затраты на производство зерна можно за счёт совершенствования технологии возделывания культур с использованием пониженных, экономически обоснованных доз минеральных удобрений, при локальном их внесении.

Цель исследований – изучить влияние различных вариантов системы обработки почвы и доз минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя Симон.

Материалы и методы.

Исследования проведены на полях ФГБНУ «Кемеровского НИИСХ», отдела почвозащитного земледелия, в зернопаровом севообороте (пар-пшеница – горох – ячмень) стационара, действующего с 1975 года. Почва выщелоченный чернозём, тяжелосуглинистый по механическому составу. Учетная площадь делянки - 50 м², повторность – 4-кратная. Расположение вариантов последовательное. Объекты исследования: ячмень сорт Симон, системы обработки почвы, удобрения N₁₆P₂₁K₁₆.

Схема опыта

Отвальная глубокая система обработки почвы

(зяблевая обработка почвы - отвальная 20-22 см, посев СЗП-3,6)

1. Контроль (без удобрений)
2. N₁₁₆P₈₁K₄₈ (100 % - полная расчетная норма на планируемый урожай 2,5 т/га)
3. N₅₈P₄₁K₂₄ (50 % от расчетной нормы)
4. N₃₄P₂₄K₁₆ (30 % от расчетной нормы)

Мульчирующая минимальная система обработки почвы

(зяблевая обработка почвы нулевая, посев ПК Кузбасс – 4,8)

1. Контроль (без удобрений)
2. N₄₀P₆₈K₄₀ (100 % - полная расчетная норма на планируемый урожай 2,5 т/га)
3. N₂₀P₃₄K₂₀ (50 % от расчетной нормы)
4. N₁₂P₂₀K₁₂ (30 % от расчетной нормы)

(Нулевая система обработки почвы)

(зяблевая обработка почвы нулевая, посев ПК Томь – 5,1)

1. Контроль (без удобрений)
2. $N_{40}P_{68}K_{40}$ (100 % - полная расчетная норма на планируемый урожай 2,5 т/га)
3. $N_{20}P_{34}K_{20}$ (50 % от расчетной нормы)
4. $N_{12}P_{20}K_{12}$ (30 % от расчетной нормы)

зерна и содержание в нём белка (16).

Таблица 1

Наличие продуктивной влаги в почве, 2012-2013 гг.

Система обработки почвы	Горизонт, см	Наличие продуктивной влаги в почве, мм		
		посев-всходы	кущение-выход в трубку	молочная-полная спелость
Отвальная глубокая контроль	0-20	39	16	32
	0-40	82	41	61
	0-50	99	54	74
	0-100	190	135	143
Мульчирующая минимальная	0-20	43	21	34
	0-40	93	53	71
	0-50	113	65	84
	0-100	196	144	158
Нулевая	0-20	43	19	30
	0-40	93	45	69
	0-50	93	56	87
	0-100	113	124	152

Минимизация обработки почвы может существенно не сказаться на количестве минерализующегося почвенного азота в целом за вегетационный период и уменьшать, либо несколько увеличивать это количество в сравнении с более интенсивным механическим воздействием на почву (17).

До посева содержание нитратного азота в слое 0-20 см невысокое – 10,1 мг/кг почвы при всех системах обработки почвы, к периоду выход в трубку-колошение показатели на вариантах без внесения удобрений имеют различия: мульчирующая минимальная – 16,6 мг/кг почвы, нулевая – 6,8 мг/кг почвы, отвальная глубокая (контроль) – 13,0 мг/кг почвы, во второй половине вегетации идёт расход нитратного азота.

При внесении удобрений локально с посевом в дозе $N_{40}P_{68}K_{40}$ при минимальной мульчирующей системе обработки почвы и $N_{116}P_{81}K_{48}$ при отвальной глубокой содержание нитратного азота в период кушение-выход в трубку имеет наиболее высокие показатели 20,7 и 28,0 мг/кг почвы. Существенно уменьшается содержание нитратного азота к фазе полной спелости на вариантах без внесения удобрений, но при мульчирующей минимальной системе обработки почвы его содержание выше в 2,1 раза в сравнение с контролем (отвальная глубокая). Внесение удобрений при отвальной глубокой системе обработки почвы в дозах $N_{58}P_{41}K_{24}$ и $N_{116}P_{81}K_{48}$ и мульчирующей минимальной – $N_{20}P_{34}K_{20}$ и $N_{40}P_{68}K_{40}$ определило более высокую обеспеченность ярового ячменя нитратным азотом в период наибольшего потребления питательных веществ (кушение-выход в трубку), его содержание составило 17,3-28,0 мг/кг почвы и 11,4-20,8 мг/кг почвы соответственно.

Н.З. Милащенко и Г.Я. Палецкой, установлено, что при безотвальной обработке почвы, на второй, третьей, четвёртой культуре после пара для мобилизации подвижных форм фосфора в корнеобитаемом слое почвы создаются лучшие условия. Это связано с тем, что негумифицированные органические остатки скапливаются в верхнем слое почвы, которые при неблагоприятных погодных условиях слабо минерализуются, во влажные годы - интенсивно разлагаются и выделяют углекислоту, а это способствует отщеплению доступного фосфора из имеющихся запасов в почве труднорастворимых форм (18).

В наших исследованиях содержание фосфора до посева независимо от варианта составило 109-111 мг/кг почвы, к периоду выход в трубку ярового ячменя его содержание на вариантах без внесения удобрений увеличилось до 121-139 мг/кг почвы, преимущество имеет нулевая система обработки.

Внесение сложного гранулированного удобрения при нулевой и отвальной глубокой системах обработки почвы, независимо от дозы его внесения незначительно увеличило содержание фосфора в сравнение с контролем (без внесения удобрений), на 6,1 и 7,4% соответственно. При мульчирующей минимальной системе обработки почвы имеется тенденция по увеличению содержания фосфора в сравнении с контролем в зависимости от изменения дозы внесения сложного гранулированного удобрения – на 10,7% при дозе $N_{12}P_{20}K_{12}$, на 17,5% – $N_{20}P_{34}K_{20}$, на 20,4% – $N_{40}P_{68}K_{40}$.

Основным условием образования структуры почвы является наличие в ней достаточного количества иловатых коллоидных частиц, и других факторов, обеспечивающих развитие и жизнедеятельность микроорганизмов. Агрономически ценными считаются частицы размером 1-3 мм, устойчивые к размывающему действию

воды. Различные системы обработки почвы оказывают неодинаковое влияние на свойства почвы, в том числе и агрофизические. Преимущество по содержанию агрономически ценных частиц имеет мульчирующая минимальная система обработки почвы, на варианте без удобрений – 38,9% и при внесении гранулированного сложного удобрения в дозе N₂₀P₃₄ K₂₀ – 36,4% (таблица 2). Плотность почвы зависит от гранулометрического состава, содержания органических веществ. В верхних горизонтах черноземов плотность составляет 1,0-1,2 г/см³ – рыхлое сложение (1,3 г/см³ – плотное сложение). Плотность почвы на всех вариантах опыта имеет оптимальные показатели, 0,94-1,08. Доля влияния системы обработки почвы на её плотность составила 12,4%, применение удобрений влияния не оказало.

Одним из важных показателей биологической активности почвы является ее целлюлозолитическая активность. Чем интенсивнее протекают процессы разложения органических веществ, тем быстрее осуществляется биологический круговорот элементов и тем полнее культурные растения обеспечиваются питательными веществами.

Таблица 2

Агрофизические свойства почвы, 2012- 2013 гг.

Вариант (фактор В)	Плотность почвы, г/см ³	Агрегаты 1 – 3 мм в % от воздушно-сухой массы почвы
отвальная глубокая система обработки почвы, посев СЗП – 3,6 (фактор А)		
Контроль (без удобрений)	1,04	33,3
N ₁₁₆ P ₈₁ K ₄₈	0,96	31,3
N ₅₈ P ₄₁ K ₂₄	1,06	33,0
N ₃₄ P ₂₄ K ₁₆	0,98	37,7
В среднем	1,01	33,8
мульчирующая минимальная система обработки почвы, посев ПК Кузбасс-4,8		
Контроль (без удобрений)	0,94	38,9
N ₄₀ P ₆₈ K ₄₀	0,98	27,7
N ₂₀ P ₃₄ K ₂₀	0,93	36,4
N ₁₂ P ₂₀ K ₁₂	0,95	30,2
В среднем	0,95	33,3
нулевая система обработки почвы, посев ПК Томь-5,1		

Контроль (без удобрений)	0,94	29,05
N ₄₀ P ₆₈ K ₄₀	1,08	32,45
N ₂₀ P ₃₄ K ₂₀	1,01	33,05
N ₁₂ P ₂₀ K ₁₂	0,96	32,3
В среднем	0,99	31,7
НСР ₀₅ для фактора А	0,08	6,6
для фактора В	0,10	7,7

Результаты опытов показали, что биологическая активность почвы выше при нулевой системе обработки почвы, на вариантах без применения удобрений – 40,4%, с применением минимальной дозы (N₁₂P₂₀K₁₂) – 74,5%. Установлена взаимосвязь между плотностью почвы и её биологической активностью, $r = 0,3060$.

Урожайность ярового ячменя по различным системам обработки почв без применения удобрений составила 1,45-1,81 т/га (таблица 3).

Таблица 3

Урожайность ярового ячменя Симон и элементы её структуры 2012- 2013 гг.

Вариант (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
отвальная глубокая система обработки почвы, посев СЗП – 3,6 (фактор А)				
Контроль (без удобрений)	165	12,8	36,8	1,45
N ₁₁₆ P ₈₁ K ₄₈	186	14,5	38,1	1,86
N ₅₈ P ₄₁ K ₂₄	183	14,6	38,1	2,02
N ₃₄ P ₂₄ K ₁₆	168	13,8	37,8	2,11
мульчирующая минимальная система обработки почвы посев ПК Кузбасс-4,8				
Контроль (без удобрений)	203	16,9	38,5	1,81
N ₄₀ P ₆₈ K ₄₀	237	16,5	40,4	2,24
N ₂₀ P ₃₄ K ₂₀	236	16,05	38,5	1,94
N ₁₂ P ₂₀ K ₁₂	244	14,55	40,3	2,17
нулевая система обработки почвы, посев ПК Томь-5,1				

Контроль (без удобрений)	160	14,8	39,5	1,58
N ₄₀ P ₆₈ K ₄₀	186	16,5	40,5	1,95
N ₂₀ P ₃₄ K ₂₀	169	16,6	38,3	1,84
N ₁₂ P ₂₀ K ₁₂	154	17	39,75	1,73
НСП _{0,5} для фактора А для фактора В	19,2 22,2	1,72 2,00	1,12 1,30	0,10 0,12

Достоверная прибавка по урожайности на вариантах без применения удобрений установлена при минимальной мульчирующей системе обработки почвы – 0,36 т/га. При данной системе обработки почвы применение сложного гранулированного удобрения N₁₂P₂₀K₁₂ оказало положительное влияние на формирование урожайности ярового ячменя – 2,17 т/га (контроль 1,81 т/га). При внесении удобрений в дозе N₄₀P₆₈K₄₀ при минимальной мульчирующей системе обработки почвы урожайность составила 2,24 т/га, но этот показатель не имеет достоверного превышения в сравнение вариантом N₁₂P₂₀K₁₂. Доля влияния фактора – удобрения в формировании урожайности ячменя составила 73,7%, массы 1000 семян – 55,5%, количества зёрен в колосе 57,5%, количества продуктивных стеблей – 83,9%. Системы обработки почвы в меньшей степени оказали влияние на урожайность ячменя – 20,1%, на крупность зерна – 20,3%, на количество продуктивных стеблей – 6,9%. Установлена тесная взаимосвязь между урожайностью и элементами продуктивности: количеством продуктивных стеблей, $r = 0,8843$, массой 1000 зёрен, $r = 0,5797$ ($R=5760$).

Выводы. Таким образом, применение мульчирующей минимальной системы обработки почвы с использованием удобрений локально при посеве в дозе N₁₂P₂₀K₁₂ создаёт наиболее благоприятные условия по влагообеспеченности в период закладки генеративных органов, минерального питания растений, что обеспечило прибавку урожайности ярового ячменя в сравнение с контролем 0,36 т/га, плотность почвы при этом не увеличилась. Установлена взаимосвязь между плотностью почвы и её биологической активностью, $r = 0,3060$.

References:

1. Mikhaylov VV, Bogomazov SV. Processing of the soil in the Penza region: Agriculture. 2005, No. 4; 12-13.
2. Belenkov AI. An assessment of crop rotations and the main processing of the soil in the Volgograd region: Agriculture. 2006, No. 4; 22-23.
3. Quickly PI, Kovalenko NP. Improvement of crop rotations in Ukraine: Agriculture. 2006, No. 2: 7.
4. Karpovich KI, Yakunin AA. Improvement of processing of the soil in the Forest-steppe of the Volga region: Agriculture. 2006, No. 4; 21-22.
5. Kondratenko VN, Khmelnytsky II. To what way of processing of the soil to give preference: Sugar beet. 2002, No. 12; 28.

6. Mareev VF, Manyukova IG. Resource-saving ways of the main processing of the soil: *Agronomical messenger*, 2007, No. 4; 4-6.
7. Chekmaryov PA, Lukin SV. Monitoring of the content of organic substance in arable soils of TsChR: *Achievements of science and technology of agrarian and industrial complex*. 2011, No. 9; 23-25.
8. Vlasenko AN, Vlasenko NG, Short NA. No-til technology prospects in Sibeia: *Agriculture*. 2014, No. 1;16-19.
9. Scrap NK, Fillon VI, Kazakov IA, Toman IS. 2008. Design of system of application fertilizers modern conditions: *Materials of the XII international research and production conference "Problems of an Agricultural Pro-izvodstvan Present Stage and Way of Their Decision"*. Belgorod, 2008; 49.
10. Zinchenko SI, Mazirov MA, Zinchenko MK. *Soilsandplants*. M, 2008; 118.
11. Kalugin VA. *Intensifikation of soil-protective agriculture*. Kemerovo, book publishing house. 1988; 152.
12. *State method of testing varieties of crope*, Moscow, 1985; 270.
13. Dospheov BA. *Method of field experience*. Moscow, 1985; 352.
14. Sorokin OD. *Applied statistics on the computer*. Novosibirsk, 2004; 162.
15. Romanenko AA, Kildyushkin VM, Collars YuV. Influence of the main processing of the soil on efficien-cy of cultivation of crops. *Achievement of science and technology of agrarian and industrial complex*. 2007, No. 2; 39.
16. Trofimova TA, Miroshnik VT. System of the main processing of the soil in a propashny link of a crop rotation. *Agriculture*. 2009, No. 7; 24-25.
17. Martynov BP, Kondratenko IS, Tsyvarev DE, Osadchuk AP. *Agrochemical notebook. Cultivaion of grain crops on intensive technologies*. Moscow: Rosselkhozizdat, 1986; 92.
18. Milashchenko NZ, Paletskaya GYa. Change of fertility of chernozems of the forest-steppe at dump and be-zotvalny processings of steam and a ploughland: *theses of reports of scientific conference: Questions of the Siberian agriculture*. Omsk, 1972; 35-36.