

DOI: 10.25637/TVAN2018.04.01.

УДК: 633.11: 631.5: 631.559.2: 631.8: 631.8.022.3

Алабушев А. В., Попов А. С., Овсянникова Г. В., Сухарев А. А., Игнатьева Н. Г.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ ПОД МЯГКУЮ ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»»

Реферат. В России удобрения вносят лишь на 53,3 % от всех посевных площадей, что приводит к снижению качества получаемой продукции. Цель исследований – определение эффективных доз минеральных удобрений под мягкую озимую пшеницу, которые не только будут способствовать росту урожайности и качества получаемой продукции, но и обеспечат окупаемость затрат и рентабельность производства зерна. Исследования влияния минеральных удобрений на урожайность и качество зерна различных сортов мягкой озимой пшеницы, высеваемой по предшественникам чёрный пар и подсолнечник, проводили в 2014–2016 гг. Определено, что по предшественнику чёрный пар прибавки урожайности в зависимости от сорта озимой пшеницы и дозы внесения удобрений составили 0,57–0,73 т/га, а качественные показатели продукции практически не изменились, оставаясь на уровне II класса. Исследования показали, что по предшественнику подсолнечник влияние минеральных удобрений было более значимым, так как прибавки урожайности достигали 0,69–2,09 т/га в зависимости от дозы удобрений и изучаемого сорта пшеницы. Установлено, что по предшественнику подсолнечник внесение дополнительных азотных подкормок в дозе N_{30} способствовало повышению качества полученного зерна. В контроле (без внесения удобрений) и в вариантах $N_{20}P_{30}K_{20}$, $N_{40}P_{60}K_{40}$, $N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$ содержание белка в зерне находилось на уровне 11,1–11,9 % а клейковины – 23,1–23,7 % что соответствует продукции IV класса. В вариантах с увеличенной дозой минеральных удобрений ($N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$) и в варианте с дополнительной подкормкой азотными удобрениями ($N_{20}P_{30}K_{20}+2N_{30}$) содержание белка в зерне составило 12,2–12,6 %, а клейковины – 25,5–26,4 %, что соответствует продукции III класса. Оценка экономической эффективности применения удобрений показала, что по предшественнику чёрный пар дополнительное внесение высоких доз минеральных удобрений экономически не оправдано. Высокий экономический эффект применяемых доз минеральных удобрений отмечен при возделывании мягкой озимой пшеницы по предшественнику подсолнечник, где в вариантах с внесением удобрений рентабельность производства достигала 90,6–130,7 %, тогда как в контроле она не превышала 34,2–45,0 %.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., озимая пшеница, сорт, предшественник, минеральные удобрения, урожайность, экономическая эффективность.

Введение

В Российской Федерации большая часть производимого зерна обладает низкими хлебопекарными качествами и относится к III–IV классу, причём зерна III класса с содержанием клейковины 25 % и более выращивается крайне мало [1]. Снижение качества получаемой продукции объясняется как размещением озимой пшеницы по неудовлетворительным предшественникам (подсолнечник), так и тем, что количество вносимых удобрений остаётся на низком уровне, более того, в Российской Федерации удобрения вносят лишь на 53,3 % от всех посевных площадей [2].

Небольшое количество вносимых удобрений можно объяснить высокой стоимостью туков и опасением сельхозтоваропроизводителей получить низкую

прибыль – ведь в условиях рыночной экономики определяющим фактором целесообразности применения удобрений будет их положительное влияние на урожайность и качество озимой пшеницы.

Цель исследований – определение эффективных доз минеральных удобрений под мягкую озимую пшеницу, которые не только могут способствовать росту урожайности и качества получаемой продукции, но и обеспечат окупаемость затрат и рентабельность производства зерна.

Материалы и методы исследований

Опыты проводили в севообороте лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «АНЦ “Донской”» в 2014–2016 гг. Исследованы новые сорта мягкой озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ “Донской”». По предшественнику чёрный пар высевали сорта Находка и Аксинья. Варианты доз удобрений: контроль (без внесения удобрений), $P_{30}K_{20}$, $P_{60}K_{40}$, $P_{30}K_{20}+N_{30}$, $P_{60}K_{40}+N_{30}$, $P_{30}K_{20}+2N_{30}$, $P_{60}K_{40}+2N_{30}$. По предшественнику подсолнечник высевали сорта Лилит, Изюминка, Капризуля, Лидия, Капитан. Варианты доз удобрений: контроль, $N_{20}P_{30}K_{20}$, $N_{40}P_{60}K_{40}$, $N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$, $N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$, $N_{20}P_{30}K_{20}+2N_{30}$, $N_{40}P_{60}K_{40}+2N_{30}$.

Закладку опытов и дальнейшие исследования осуществляли по общепринятым методикам [3–5]. Повторность в опыте – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Общая площадь делянки в опытах – 55 м². Все агротехнические мероприятия выполнены в оптимальные сроки в соответствии с современными требованиями [6, 7]. Норма высева – 5 млн шт. всхожих семян на 1 га. Учёт урожая проведен методом прямого комбайнирования комбайном Сампо SR 2010.

Почва опытного участка – обыкновенный чернозём, рельеф выровненный. Климатические условия 2013–2014 сельскохозяйственных годов характеризуются температурами выше среднеголетних (среднесуточная температура воздуха составила 10,8 °С (норма – 9,6 °С), сумма осадков составила 519,8 мм, что ниже нормы (582,4 мм), выпадали они неравномерно по сезонам и месяцам. Однако условия осени 2013 г. были благоприятны для вегетации озимой пшеницы, так как среднесуточная температура воздуха составила 10,0 °С (норма – 9,7 °С), а количество выпавших осадков было выше нормы и составило 168,0 мм (норма – 131,5 мм). Такие погодные условия способствовали появлению дружных всходов, хорошему развитию растений озимых и перезимовке их в фазе кущения (два–пять стеблей) по всем предшественникам.

Осень 2014 г. была засушливой, что привело к сильному иссушению почвы по непаровым предшественникам, однако выпадение продуктивных осадков во второй и третьей декадах октября (30,8 и 23,5 мм осадков соответственно) способствовало достаточному промачиванию посевного слоя и позволило получить всходы. По непаровым предшественникам развитие растений перед зимовкой было слабым. Однако пониженный температурный режим первой декады апреля, а также интенсивные осадки в апреле и первой декаде мая оказали благоприятное влияние на рост, развитие озимых культур и формирование высокой урожайности зерна по всем изучаемым предшественникам.

Осень 2015 г. была острозасушливой. Всходы озимой пшеницы получены лишь в первой декаде ноября, после выпадения в третьей декаде октября 38,6 мм продуктивных осадков. Вегетация была прекращена 16 ноября, и растения не успели достаточно развиться. Тем не менее, низкие температуры января не повредили растениям, так как высота снежного покрова была достаточной. В зимний период, при наступлении оттепелей, растения озимой пшеницы возобновляли вегетацию, кустились, и ко времени возобновления весенней вегетации (23 февраля) имели, в зависимости от предшественника, один–три стебля. Продуктивные осадки в апреле

отсутствовали, их общее количество не превысило 12,0 мм. В мае осадков выпало в 3,1 раза больше среднесуточной нормы. Обилие осадков и высокая влажность воздуха способствовали развитию сорной растительности, а также распространению стеблевых и листовых болезней.

Результаты и их обсуждение

В связи с тем, что по предшественнику чёрный пар условия для роста и развития озимой пшеницы близки к оптимальным, дополнительное внесение минеральных удобрений в меньшей степени влияло на урожайность и качество зерна (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы при посеве по предшественнику чёрный пар в зависимости от доз внесения минеральных удобрений

| Вариант опыта | Урожайность, т/га | Превышение контроля, т/га | Белок, % | Клейковина, % | Класс продукции |
|---|-------------------|---------------------------|----------|---------------|-----------------|
| сорт Находка (в среднем за 2014–2016 гг.) | | | | | |
| Контроль | 6,19 | – | 14,4 | 29,5 | II |
| P ₃₀ K ₂₀ | 6,59 | 0,40 | 15,0 | 31,5 | II |
| P ₆₀ K ₄₀ | 6,64 | 0,45 | 15,1 | 30,7 | II |
| P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 6,67 | 0,48 | 15,9 | 32,4 | I |
| P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 6,78 | 0,59 | 15,6 | 30,8 | II |
| P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 6,80 | 0,61 | 15,7 | 31,7 | II |
| P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 6,92 | 0,73 | 15,5 | 31,9 | II |
| сорт Аксинья (в среднем за 2015–2017 гг.) | | | | | |
| Контроль | 7,53 | – | 14,5 | 29,7 | II |
| P ₃₀ K ₂₀ | 7,86 | 0,33 | 15,1 | 31,3 | II |
| P ₆₀ K ₄₀ | 7,93 | 0,40 | 14,8 | 30,3 | II |
| P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 7,97 | 0,44 | 15,1 | 30,9 | II |
| P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 8,02 | 0,49 | 15,0 | 30,2 | II |
| P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 8,03 | 0,50 | 15,1 | 30,6 | II |
| P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 8,10 | 0,57 | 15,2 | 31,5 | II |

Примечание. НСР₀₅ т/га – 0,34. Доля влияния факторов: фактор А (удобрения) – 15,2 %; фактор В (сорт) – 66,7 %; взаимодействие АВ – 1,6 %.

Сорт мягкой озимой пшеницы Находка при посеве в контроле формировал урожайность на уровне 6,19 т/га, а сорт Аксинья – 7,53 т/га. Внесение минимальной (P₃₀K₂₀) и оптимальной (P₆₀K₄₀) дозы удобрений способствовало повышению урожайности сорта Находка на 0,40–0,45 т/га, а сорта Аксинья – на 0,33–0,40 т/га. Дополнительная однократная азотная подкормка в вариантах с минимальной (P₃₀K₂₀+N₃₀) и оптимальной (P₆₀K₄₀+N₃₀) дозами способствовала увеличению урожайности сорта Находка на 0,48–0,59 т/га, а сорта Аксинья – на 0,44–0,49 т/га по сравнению с контрольным вариантом. Двукратные азотные подкормки в вариантах P₃₀K₂₀+2N₃₀ и P₆₀K₄₀+2N₃₀ повышали урожайность сорта Находка на 0,61–0,73 т/га, а сорта Аксинья – на 0,50–0,57 т/га соответственно. Математическая обработка данных показала, что практически все вносимые дозы удобрений превышали наименьшую среднюю разницу, однако доля влияния удобрений на урожайность находилась на низком уровне – 15,2 %.

Содержание белка и клейковины в зерне озимой пшеницы под влиянием вносимых доз минеральных удобрений при возделывании её по предшественнику чёрный пар изменялось слабо. Если в контроле озимая пшеница сорта Находка накапливала в зерне 14,4 % белка и 29,5 % клейковины, то внесение минеральных

удобрений увеличивало содержание белка до 15,0–15,9 %, а содержание клейковины – до 30,7–31,9 %. Однако, несмотря на рост показателей качества, на класс продукции внесение удобрений не оказывало практически никакого влияния. Вся продукция соответствовала II классу, лишь сорт Находка при внесении минимальной дозы удобрений и однократной азотной подкормке формировал продукцию I класса.

Несмотря на то, что при внесении удобрений по предшественнику чёрный пар были сформированы прибавки, их величина не могла компенсировать возросшие затраты на производство зерна (таблица 2).

Таблица 2 – Производственная эффективность сортов мягкой озимой пшеницы при посеве по предшественнику чёрный пар в зависимости от внесения минеральных удобрений (в среднем за 2014–2016 гг.)

| Вариант опыта | Урожайность, т/га | Затраты, р./га | Валовой доход, р./га | Условный чистый доход, р./га | Себестоимость, р./т | Рентабельность, % |
|--|-------------------|----------------|----------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|
| сорт Находка | | | | | | |
| Контроль | 6,19 | 24326 | 68882 | 44556 | 3930 | 183,2 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 6,59 | 25949 | 73334 | 47385 | 3938 | 182,6 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 6,64 | 27548 | 73890 | 46342 | 4149 | 168,2 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 6,67 | 27148 | 74187 | 47039 | 4072 | 173,3 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 6,78 | 28742 | 75448 | 46706 | 4239 | 162,5 |
| сорт Аксинья | | | | | | |
| Контроль | 7,53 | 24326 | 83831 | 59505 | 3229 | 244,6 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 7,86 | 25949 | 87466 | 61517 | 3301 | 237,1 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 7,93 | 27548 | 88208 | 60660 | 3475 | 220,2 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 7,97 | 27148 | 88653 | 61505 | 3408 | 226,6 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 8,02 | 28742 | 89209 | 60467 | 3585 | 210,4 |

В среднем за 2014–2016 гг. рентабельность производства в контрольном варианте была выше, чем в вариантах с внесением удобрений, поэтому можно сделать вывод о неэффективности применения минеральных удобрений под озимую пшеницу по предшественнику чёрный пар.

По предшественнику подсолнечник наблюдалась совершенно противоположная зависимость, так как он является одним из худших предшественников под озимую пшеницу из-за высокого выноса питательных веществ из почвы. Согласно нашим исследованиям, по предшественнику подсолнечник озимая пшеницы проявила высокую отзывчивость на внесение минеральных удобрений (таблица 3).

Если в контроле урожайность сорта Лилит составила 3,98 т/га, то даже минимальная доза внесения удобрений – на уровне N₂₀P₃₀K₂₀ повышала урожайность на 0,72 т/га. Более высокая доза – на уровне оптимальной N₄₀P₆₀K₄₀ повышала урожайность до 1,00 т/га в среднем за годы исследований. Дополнительная азотная подкормка по таломёрзлой почве в варианте N₂₀P₃₀K₂₀+N₃₀ позволила получить прибавку 0,38 т/га, что увеличило урожайность на 1,10 т/га в сравнении с контрольным вариантом.

В варианте с внесением N₄₀P₆₀K₄₀+N₃₀ прибавка урожайности составила 1,43 т/га. Дополнительная подкормка азотом в вариантах N₂₀P₃₀K₂₀+2N₃₀ и N₄₀P₆₀K₄₀+2N₃₀ позволила увеличить урожайность мягкой озимой пшеницы на 1,35–1,61 т/га соответственно в среднем за годы исследований.

Таблица 3 – Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы при посеве по предшественнику подсолнечник в зависимости от внесения минеральных удобрений (в среднем за 2014–2016 гг.)

| Вариант опыта | Урожайность, т/га | Превышение контроля, т/га | Белок, % | Клейковина, % | Класс продукции |
|---|-------------------|---------------------------|----------|---------------|-----------------|
| сорт Лилит | | | | | |
| Контроль | 3,98 | – | 11,9 | 23,7 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,70 | 0,72 | 11,1 | 23,1 | IV |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 4,98 | 1,00 | 11,4 | 23,2 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,08 | 1,10 | 11,5 | 23,6 | IV |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 5,41 | 1,43 | 12,2 | 25,5 | III |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,33 | 1,35 | 12,6 | 26,4 | III |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 5,59 | 1,61 | 13,5 | 28,0 | II |
| сорт Изюминка | | | | | |
| Контроль | 3,98 | – | 11,3 | 22,7 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,67 | 0,69 | 11,0 | 22,1 | IV |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 5,00 | 1,02 | 11,3 | 22,5 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,11 | 1,13 | 11,8 | 23,9 | IV |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 5,55 | 1,57 | 12,4 | 24,9 | III |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,39 | 1,41 | 12,3 | 26,1 | III |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 5,84 | 1,86 | 13,3 | 26,1 | III |
| сорт Капризуля | | | | | |
| Контроль | 4,16 | – | 11,3 | 22,6 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,90 | 0,74 | 10,9 | 21,6 | IV |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 5,32 | 1,16 | 11,3 | 22,3 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,28 | 1,12 | 11,8 | 22,8 | IV |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 5,77 | 1,61 | 11,8 | 24,5 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,56 | 1,40 | 12,7 | 25,3 | III |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 6,06 | 1,90 | 13,1 | 26,5 | III |
| сорт Лидия | | | | | |
| Контроль | 4,09 | – | 11,4 | 21,4 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,99 | 0,90 | 11,7 | 22,9 | IV |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 5,46 | 1,37 | 11,5 | 24,4 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,44 | 1,35 | 12,4 | 24,1 | III |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 6,01 | 1,92 | 11,9 | 23,9 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,56 | 1,47 | 13,0 | 27,7 | III |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 6,18 | 2,09 | 13,1 | 26,4 | III |
| сорт Капитан | | | | | |
| Контроль | 3,85 | – | 11,7 | 22,4 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,64 | 0,79 | 11,7 | 23,8 | IV |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 5,17 | 1,32 | 11,9 | 25,0 | IV |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,13 | 1,28 | 12,4 | 23,6 | III |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 5,56 | 1,71 | 12,2 | 24,2 | III |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,21 | 1,36 | 13,3 | 27,0 | III |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 5,65 | 1,80 | 13,5 | 26,3 | III |

Примечание. НСР₀₅ т/га – 0,32; Доля влияния факторов: фактор А (удобрения) – 67,7 %; фактор В (сорт) – 18,3 %; взаимодействие АВ – 2,8 %.

Вносимые дозы минеральных удобрений в различной степени повлияли на качественные показатели продукции. Если качество зерна мягкой озимой пшеницы сорта Лилит в вариантах: контроль, N₂₀P₃₀K₂₀, N₄₀P₆₀K₄₀, N₂₀P₃₀K₂₀+N₃₀ было практически одинаковым, и возрастало лишь количество урожая, то в вариантах с внесением N₄₀P₆₀K₄₀+N₃₀, N₂₀P₃₀K₂₀+2N₃₀, N₄₀P₆₀K₄₀+2N₃₀ возрастали и качественные показатели зерна.

В вариантах: контроль, $N_{20}P_{30}K_{20}$, $N_{40}P_{60}K_{40}$, $N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$ содержание белка в зерне находилось на уровне 11,1–11,9 % а клейковины – 23,1–23,7 % что соответствует продукции четвертого класса. В вариантах с увеличенной дозой минеральных удобрений ($N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$) и в варианте с дополнительной подкормкой азотными удобрениями ($N_{20}P_{30}K_{20}+2N_{30}$) содержание белка в зерне составило 12,2–12,6 %, а клейковины – 25,5–26,4 %, что соответствует продукции третьего класса. В варианте с внесением $N_{40}P_{60}K_{40}+2N_{30}$ качество продукции соответствовало второму классу, так как содержание белка в зерне достигало 13,5 %, а клейковины – 28,0 %.

Другие изучаемые сорта показали сходные прибавки по урожайности. Максимальную прибавку по сравнению с контролем показал сорт Лидия – 2,09 т/га в варианте с внесением $N_{40}P_{60}K_{40}+2N_{30}$. Математическая обработка данных опыта подтвердила высокую эффективность внесения удобрений под озимую пшеницу на предшественнике подсолнечник. Полученные прибавки урожайности значительно превосходили наименьшую среднюю разницу, а доля влияния удобрений на урожайность достигала 67,7 %.

Самое высокое качество продукции показал сорт Лилит, который в варианте с внесением $N_{40}P_{60}K_{40}+2N_{30}$ формировал продукцию второго класса в среднем за годы исследований. Сорт мягкой озимой пшеницы Капитан был более отзывчив на внесение азотных удобрений, так как формировал зерно третьего класса даже при минимальной дозе внесения минеральных удобрений с дополнительной азотной подкормкой $N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$. Сорт Лидия в целом сходен по реакции на удобрения с сортом Капитан, однако в варианте с внесением оптимальной дозы $N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$ из-за большей урожайности (6,01 т/га) однократной подкормки может быть недостаточно для формирования продукции третьего класса по предшественнику подсолнечник.

По предшественнику подсолнечник сорт мягкой озимой пшеницы Капризуля лишь при внесении дополнительной азотной подкормки формировал урожай зерна с качеством, соответствующим третьему классу. В вариантах с внесением $N_{20}P_{30}K_{20}+2N_{30}$ и $N_{40}P_{60}K_{40}+2N_{30}$ содержание белка в зерне составило 12,7 и 13,1 %, а клейковины – 27,7 и 26,4 % соответственно.

Увеличение урожайности, а также рост качественных показателей зерна оказал влияние на экономическую эффективность возделывания мягкой озимой пшеницы (таблица 4). Во всех изученных вариантах внесения удобрений по предшественнику подсолнечник наблюдалась высокая экономическая эффективность по сравнению с контролем, несмотря на возросший уровень материальных затрат. Максимальная рентабельность получена при возделывании сорта мягкой озимой пшеницы Лилит в варианте с внесением оптимальной дозы удобрений и двух азотных подкормок ($N_{40}P_{60}K_{40}+2N_{30}$) – 130,7 % при уровне условного чистого дохода 35 244 р./га. В контрольном варианте уровень рентабельности не превышал 38,6 %, а условный чистый доход составил лишь 7 758 р./га.

Сорт мягкой озимой пшеницы Изюминка в вариантах с внесением $N_{20}P_{30}K_{20}+2N_{30}$ и $N_{40}P_{60}K_{40}+2N_{30}$ показывал максимальную рентабельность производства – 98,8 и 97,2 % соответственно. Высокая рентабельность отмечена и при внесении оптимальной дозы с однократной азотной подкормкой ($N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$) – 95,6 %. В контрольном варианте показатель рентабельности не превысил 38,6 % в среднем за годы исследований.

Сорт мягкой озимой пшеницы Капризуля показывал максимальный уровень рентабельности в вариантах с двукратными азотными подкормками – 104,4–105,2 %, а сорт Капитан в вариантах с однократными азотными подкормками – 96,1–98,3 %.

Сорт мягкой озимой пшеницы Лидия максимальную рентабельность показал при внесении минимальной дозы удобрений с однократной азотной подкормкой ($N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$) – 110,3 %. Практически не уступал по рентабельности (108,5 %) и вариант с внесением оптимальной дозы удобрений с двумя подкормками $N_{40}P_{60}K_{40}+2N_{30}$.

Таблица 4 – Производственная эффективность сортов мягкой озимой пшеницы при посеве по предшественнику подсолнечник в зависимости от внесения минеральных удобрений (в среднем за 2014–2016 гг.)

| Вариант опыта | Урожайность, т/га | Затраты, р./га | Валовой доход, р./га | Условный чистый доход, р./га | Себестоимость, р./т | Рентабельность, % |
|---|-------------------|----------------|----------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|
| сорт Лилит | | | | | | |
| Контроль | 3,98 | 20079 | 27837 | 7758 | 5049 | 38,6 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,70 | 22559 | 32900 | 10341 | 4799 | 45,8 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 4,98 | 24663 | 34860 | 10197 | 4952 | 41,3 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,08 | 23525 | 35583 | 12058 | 4627 | 51,3 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 5,41 | 25820 | 49201 | 23381 | 4775 | 90,6 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,33 | 24668 | 48533 | 23865 | 4625 | 96,7 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 5,59 | 26962 | 62206 | 35244 | 4823 | 130,7 |
| сорт Изюминка | | | | | | |
| Контроль | 3,98 | 20079 | 27837 | 7758 | 5049 | 38,6 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,67 | 22559 | 32713 | 10154 | 4827 | 45,0 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 5,00 | 24663 | 35023 | 10360 | 4929 | 42,0 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,11 | 23525 | 35770 | 12245 | 4603 | 52,1 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 5,55 | 25820 | 50505 | 24685 | 4652 | 95,6 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,39 | 24668 | 49049 | 24381 | 4576 | 98,8 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 5,84 | 26962 | 53174 | 26212 | 4614 | 97,2 |
| сорт Капризуля | | | | | | |
| Контроль | 4,16 | 20079 | 29120 | 9041 | 4826 | 45,0 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,90 | 22559 | 34323 | 11764 | 4600 | 52,1 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 5,32 | 24663 | 37240 | 12577 | 4635 | 51,0 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,28 | 23525 | 36937 | 13412 | 4458 | 57,0 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 5,77 | 25820 | 40413 | 14593 | 4472 | 56,5 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,56 | 24668 | 50626 | 25958 | 4434 | 105,2 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 6,06 | 26962 | 55116 | 28154 | 4451 | 104,4 |
| сорт Лидия | | | | | | |
| Контроль | 4,09 | 20079 | 28630 | 8551 | 4909 | 42,6 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,99 | 22559 | 34930 | 12371 | 4520 | 54,8 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 5,46 | 24663 | 38220 | 13557 | 4517 | 55,0 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,44 | 23525 | 49474 | 25949 | 4327 | 110,3 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 6,01 | 25820 | 42070 | 16250 | 4296 | 62,9 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,56 | 24668 | 50596 | 25928 | 4436 | 105,1 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 6,18 | 26962 | 56208 | 29246 | 4365 | 108,5 |
| сорт Капитан | | | | | | |
| Контроль | 3,85 | 20079 | 26950 | 6871 | 5215 | 34,2 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ | 4,64 | 22559 | 32480 | 9921 | 4861 | 44,0 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ | 5,17 | 24663 | 36190 | 11527 | 4770 | 46,7 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +N ₃₀ | 5,13 | 23525 | 46653 | 23128 | 4588 | 98,3 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +N ₃₀ | 5,56 | 25820 | 50626 | 24806 | 4641 | 96,1 |
| N ₂₀ P ₃₀ K ₂₀ +2N ₃₀ | 5,21 | 24668 | 47441 | 22773 | 4731 | 92,3 |
| N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀ +2N ₃₀ | 5,65 | 26962 | 51385 | 24423 | 4774 | 90,6 |

Выводы

В условиях южной зоны Ростовской области по предшественнику чёрный пар, при возделывании новых сортов мягкой озимой пшеницы Аксинья и Находка внесение минеральных удобрений не рентабельно, даже при увеличении урожайности до 0,57–0,73 т/га, а качественные показатели зерна, выращенного по предшественнику чёрный пар, достигают II класса даже без внесения удобрений.

По предшественнику подсолнечник внесение минеральных удобрений было эффективным, прибавка урожайности после внесения удобрений составила 0,69–2,09 т/га в зависимости от сорта, а дополнительные азотные подкормки позволили повысить качество продукции, что увеличило рентабельность производства до 90,6–130,7 %, тогда как в контроле уровень рентабельности не превышал 34,2–45,0 %.

Литература

1. Алабушев А. В., Гуреева А. В., Раева С. А. Состояние и направление развития зерновой отрасли. Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2009. 192 с.
2. Манжина С. А. Анализ обеспеченности АПК России удобрениями // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2017. № 3(27). С. 199–221.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.
4. Моисейченко В. Ф., Трифонова В. Ф., Заверюха А. Х., Ещенко В. Е. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колос, 1996. 336 с.
5. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых её показателей // Почвоведение. 1978. № 6. С. 48–55.
6. Алабушев А. В., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В., Скрипка О. В., Кравченко М. Е., Сухарев А. А., Гричаникова Т. А., Дёрова Т. Г. Возделывание мягкой озимой пшеницы в Ростовской области. Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2011. 64 с.
7. Бондаренко С. Г., Горбаченко Ф. И., Горячев В. П., Гринько А. В., Егорова О. В., Каптулев С. И., Костылев П. И., Кравченко А. Н., Лабынцев А. В., Пасько С. В., Пахомов В. И., Рыков В. Б., Фетюхин И. В., Целуйко О. А., Шурупов В. Г. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы. Ч. II. Ростов-на-Дону, 2013. 272 с.

References

1. Alabushev A. V., Gureeva A. V., Raeva S. A. State and direction of the grain industry development. Rostov-on-Don: Kniga, 2009. 192 p.
2. Manzhina S. A. Analysis of provision of Russian agroindustrial complex with fertilizers// Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems]. 2017. No. 3 (27). P.199–221.
3. Dospekhov B. A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
4. Moiseychenko V. F., Trifonova V. F., Zaveryukha A. Kh., Eshchenko V. E. Fundamentals of research in agronomy. Moscow: Kolos, 1996. 336 p.
5. Zvyagintsev D. G. Soil biological activity and scales for assessing some of its indicators // Soil science. 1978. No. 6. P. 48–55.
6. Alabushev A. V., Yankovskiy N. G., Ovsyannikova G. V., Skripka O. V., Kravchenko M. E., Sukharev A. A., Grichanikova T. A., Derova T. G. Cultivation of soft winter wheat in the Rostov region. Rostov-on-Don: Kniga, 2011. 64 p.
7. Bondarenko S. G., Gorbachenko F. I., Goryachev V. P., Grinko A. V., Egorova O. V., Kaptulev S. I., Kostylev P. I., Kravchenko A. N., Labyntsev A. V., Pasko S. V., Pakhomov V. I., Rykov V. B., Fetyukhin I. V., Tseluyko O. A., Shurupov V. G. Zonal farming systems of the Rostov region on the years of 2013–2020. Part II. Rostov-on-Don, 2013. 272 p.

UDC: 633.11: 631.5: 631.559.2: 631.8: 631.8.022.3

Alabushev A. V., Popov A. S., Ovsyannikova G. V., Sukharev A. A., Ignatieva N. G.

OPTIMIZATION OF FERTILIZING SYSTEM FOR WINTER SOFT WHEAT IN THE SOUTHERN PART OF ROSTOV REGION

Summary. *In Russia, fertilizers are applied only to 53.3 % of the total acreage, which reduces the quality of the obtained products. The aim of the research was to determine the effective doses of mineral fertilizer for winter soft wheat, which not only can contribute to the growth of yield and quality improvement, but also ensure cost recovery and profitability of grain production. Field experiments on mineral fertilizer effect on productivity and quality of different varieties of winter soft wheat sown after bare fallow and sunflower were conducted from 2014 to 2016. Research had shown that when wheat was sown after bare fallow its productivity increased by 0.57–0.73 t/ha*

depending on the winter wheat variety and the fertilizer dose, but the quality of the product remained practically the same, i.e. at a level of the 2nd class product. At the same time, the effect of mineral fertilizer on winter soft wheat sown after sunflower was more significant since its productivity increased by 0.69–2.09 t/ha, depending on the fertilizer dose and the wheat variety. It had been established that introduction of additional nitrogen fertilizer in the dose of N_{30} improved quality of wheat grain (when the preceding crop was sunflower). In the control variants (without fertilization), $N_{20}P_{30}K_{20}$, $N_{40}P_{60}K_{40}$ and $N_{20}P_{30}K_{20}+N_{30}$ protein content was 11.1–11.9 % and gluten content was 23.1–23.7 %, which corresponds to the 4th class product. In the variants with an increased dose of mineral fertilizers ($N_{40}P_{60}K_{40}+N_{30}$) and in the variant with additional nitrogen fertilizers ($N_{20}P_{30}K_{20}+2N_{30}$) protein content was 12.2–12.6 %, gluten content was 25.5–26.4 %, which corresponds to the 3rd class product. Evaluation of the economic efficiency of fertilizer use had shown that the additional application of high doses of mineral fertilizers was not economically justified for wheat sown after bare fallow. The high economic benefit of the applied doses of fertilizers was determined in the cultivation of winter soft wheat sown after sunflower. In the variants with fertilizer application, the profitability of production reached 90.6–130.7 %, while the level of profitability of the control variant did not exceed 34.2–45.0 %.

Keywords: *Triticum aestivum L.*, winter wheat, variety, preceding crop, mineral fertilizers, yield, economic efficiency.

Алабушев Андрей Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, директор ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347730, Россия, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Попов Алексей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией технологии возделывания зерновых культур, ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347730, Россия, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Овсянникова Галина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347730, Россия, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Сухарев Александр Александрович кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания зерновых культур ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347730, Россия, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Игнатьева Наталья Геннадьевна, агроном, ФГБНУ «Аграрный научный центр “Донской”»; 347730, Россия, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Alabushev Andrey Vasilyevich, Dr. Sc. (Agr.), professor, corresponding member of RAS, Director of FSBSI "Agricultural Research Center “Donskoy””; 3, Nauchny Gorodok str., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Popov Aleksey Sergeevich, Cand. Sc. (Agr.), head of the Laboratory of technology of grain crops cultivation, FSBSI "Agricultural Research Center “Donskoy””; 3, Nauchny Gorodok str., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Ovsyannikova Galina Vladimirovna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher of the Laboratory of technology of grain crops cultivation, FSBSI "Agricultural Research Center “Donskoy””; 3, Nauchny Gorodok str., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Sukharev Aleksandr Aleksandrovich, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher of the Laboratory of technology of grain crops cultivation, FSBSI "Agricultural Research Center “Donskoy””; 3, Nauchny Gorodok str., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Ignatieva Natalia Gennadievna, agronomist, FSBSI "Agricultural Research Center “Donskoy””; 3, Nauchny Gorodok str., Zernograd, Rostov region, 347740, Russia; e-mail: vniizk30@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 07.08.2018.

Дата принятия к печати – 01.10.2018.