МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВИЩИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГО-БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ СОРГО В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

В монографії узагальнено експериментальні дані за проектом Міністерства освіти і науки України «Розробка інноваційних еколого-безпечних технологій вирощування біоенергетичних культур для забезпечення альтернативних джерел енергії» за 2016 рік

Рекомендовано до друку вченою радою ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» (протокол №6 від 23 грудня 2016 року)

Херсон – 2017

УДК 633.17:631.82:631.1

Рецензенти:
Ю.О. Лавриненко, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН (ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»)
В.В. Гамаюнова, доктор сільськогосподарських наук, професор (Миколаївський національний аграрний університет)
С.П. Голобородько, доктор сільськогосподарських наук, професор (Інститут зрошуваного землеробства НААН України)

Федорчук Михайло Іванович, Коковіхін Сергій Васильович, Каленська Світлана Михайлівна, Рахметов Джамал Бахлулович, Федорчук Валентина Григорівна, Філіпова Інна Михайлівна, Пташинська Ольга Вікторівна, Коваленко Олег Анатолійович, Дробітько Антоніна Вікторівна, Панфілова Антоніна Вікторівна

Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України : монографія. – Херсон, 2017р. – 208 с.

ISBN 966-7403-76-9

В монографії розглянуто наукові й практичні аспекти вирощування сорго в інтенсивних системах землеробства в умовах півдня України. Запропоновано системи агротехнічних заходів, які спрямовані на оптимізацію продукційних процесів культури, підвищення якості продукції, отримання максимального економічного ефекту та мінімізацію антропогенного тиску на довкілля. Наведені схеми переробки сорго цукрового для отримання біоетанолу.

Для фахівців аграрної галузі, які займаються вирощуванням та переробки сорго в умовах Південного Степу України, вирішенням актуальних проблем землеробства, рослинництва, насінництва, кормовиробництва, меліорації, економіки, екології, науковців, викладачів вузів, аспірантів та студентів.

В монографии рассмотрены научные и практические аспекты выращивания сорго в интенсивных системах земледелия в условиях юга Украины. Предложены системы агротехнических мероприятий, которые направлены на оптимизацию продукционных процессов культуры, повышение качества продукции, получение максимального экономического эффекта и минимизацию антропогенного давления на окружающую среду. Приведенные схемы переработки сорго сахарного для получения биоэтанола.

Для специалистов аграрной отрасли, которые занимаются выращиванием и переработкой сорго в условиях Южной Степи Украины, решением актуальных проблем земледелия, растениеводства, семеноводства, кормопроизводства, мелиорации, экономики, экологии, научных работников, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

The scientific and practical aspects of growing of sorghum in the intensive systems of agriculture in the conditions of the South Ukraine are considered in the monograph. The systems of agrotechnical measures, which are directed on optimization of products processes of culture, upgrading products, receipt of maximal economic effect and minimization of anthropogenic pressure, on surrounding one an environment, are offered. Resulted charts of processing of the saccharine sorghum for the receipt of bioethanol.

For the specialists of agrarian industry, which are engaged in growing and processing of sorghum in the conditions of South Steppe of Ukraine, by the decision of the issue of the day of agriculture, plant-grower, seed production, forage production land-reclamation, economy, ecology-, researcher, teachers of institutes of the higher, graduate students and students.

© Федорчук М.І., 2017
© Коковіхін С.В., 2017
© Каленська С.М., 2017
© Рахметов Д.Б., 2017
© Федорчук В.Г., 2017
© Філіпова І.М., 2017
© Пташинська О.В., 2017
© Коваленко О.А., 2017
© Дробітько А.В., 2017
© Панфілова А.В., 2017

ЗМІСТ

Вступ 5

Походження, поширення
і господарське значення сорго 10

1.1. Історія походження і поширення сорго 10

1.2. Господарське значення і продуктивність сорго 17

1.3. Агрокліматичне обґрунтування розміщення сорго
в різних ґрунтово-кліматичних зонах України 25

Морфоботанічна характеристика
та біологічні особливості сорго 29

2.1. Морфоботанічна характеристика 29

2.2. Еколого-біологічні особливості 43

2.3. Фази розвитку та етапи органогенезу сорго 50

2.4. Класифікація сорго 55

2.5. Господарське використання сорго 59

Інтенсивна технологія вирощування сорго 61

3.1. Місце в сівозміні 61

3.2. Основний обробіток ґрунту 66

3.3. Передпосівний обробіток ґрунту 70

3.4. Удобрення сорго 73

3.5. Сорти і гібриди сорго 79

3.6. Підготування насіння до сівби 88

3.7. Сівба сорго 93

3.8. Догляд за посівами 102

3.9. Технологія вирощування сорго при зрошенні 109

3.10. Проміжні посіви сорго 114

3.11. Передзбиральна десикація посівів 117

3.12. Економічна та енергетична ефективність
вирощування сорго 119

Технології збирання сорго зернового
на зернофураж та насіння 129
4.1. Збирання волоті насіннєвого сорго 133
4.2. Збирання сорго зернового на зерносінаж (монокорм) .. 138
4.3. Збирання сорго на силос 140
4.4. Збирання сорго на зелений корм, сіно і сінаж 142
4.5. Консервування та використання вологого зерна сорго ... 145

Технології переробки сорго цукрового 153
5.1. Технологія переробки сорго цукрового на патоку 153
5.2. Технологія отримання сиропу
на пересувних установках 157
5.3. Технологія отримання сиропу
на стаціонарному устаткуванні 160
5.4. Технологія отримання патоки
індустріальним методом 164

Технологія використання сиропу сорго в їжу 173

Технологія отримання біоетенолу з сорго 180
7.1. Технологічний процес виробництва етанолу 180
7.2. Економічне обґрунтування виробництва
біоетанолу з сорго 184

Висновки 195

Література 197

ВСТУП

В останні десятиліття в світі все більше уваги приділяють пошуку шляхів використання енергоресурсів, які отримують з поновлюваних джерел енергії, особливо, шляхом використання рослинної сировини. Перш за все, це пов'язано з нестабільністю цін на викопні джерела енергії і загрозою вичерпання їх запасів. Вважається, що в найближчій перспективі питома вага біопалива в загальних світових обсягах пального становитиме 7-10% з подальшим зростанням. Разом з тим сучасна енергетика України значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини – нафти, газу, бензину, ціна на які постійно зростає.

Виробництво біологічних видів палива – біоетанолу, біодизелю, біогазу тощо, є пріоритетним напрямком в сучасному світовому виробництві рідкого палива. За даними світових експертів, у світі (2012 р.) налічувалося 738 заводів з виробництва етанолу загальною потужністю 123,5 млн тонн. Завдяки додаванню біоетанолу до бензину, економія нафти тільки у 2010 році, становила 50,7 млн тонн, що дорівнює річному споживанню її в Нідерландах і Польщі разом узятих. Найбільшими виробниками біоетанолу в світі є: США – 54,3%, Бразилія – 33,7, Китай – 2,8, Канада – 1,8, інші країни – 7,4%.

Згідно прогнозу Міжнародного енергетичного агентства очікуваний обсяг виробництва біоетанолу в світі в 2020 р. за оптимістичним прогнозом становитиме 281,5 млрд л, за песимістичним – 187,5 млрд. Обсяг світової торгівлі становитиме близько 10% від загального світового обсягу виробництва. Лідерами виробництва будуть США і Бразилія.

Сорго – одна з найдавніших культур світового землеробства, що використовується людством для укріплення й розширення кормової бази (зерно-фураж, силос, сінаж, трав'яне борошно, монокорм), є також хлібною і технічною культурою. За обсягами вирощування сорго займає п'яте місце у світі після пшениці, рису, кукурудзи і ячменю. Щорічні площі посіву становлять майже 50 млн га. Його вирощують понад 85 країн світу.

За останні 50 років посівні площі під сорго в світі збільшилися на 60%, а виробництво зерна – на 244%. Основними виробниками зернового сорго є Мексика (10,7 млн т), США (6,1 млн т), Аргентина (2,4 млн т) та Японія (1,9 млн т).

На території України сорго почали вирощувати ще на початку XX століття. Доцільність вирощування сорго в посушливих і напівпосушливих районах нашої країни зумовлюється його високою продуктивністю та універсальністю використання за таких кліматичних умов, а також тим, що корм з цієї культури можна згодовувати всім видам свійських тварин. Сорго зернове за поживною цінністю майже не поступається зерну кукурудзи.

На початку 80-х років XX століття вітчизняними вченими було науково

обґрунтовано збільшення посівних площ у південних регіонах України та Північному Кавказі. Зокрема, велика робота була проведена доктором сільськогосподарських наук, професором М.А. Шепелем, який довів, що в південних областях України площі сорго зернового можна збільшити до 1,8 млн га. Наприкінці 80-х – початку 90-х років посівні площі сорго в Україні становили 20-25 тис. га. При цьому, за умови створення ранньостиглих сортів та гібридів, сорго зернове можна вирощувати до 50-52° північної широти, а сорго цукрове та сорго-суданкові гібриди на зелений корм та сінаж можна вирощувати до 55° північної широти, тобто майже на всій території України.

Проте, в умовах екстенсивного землеробства, що склалися на початку й протягом 90-х років, та недостатньої кількості високоякісного насіння, господарства не були зацікавлені в розширенні площ сорго. Основним стримуючим фактором у підвищенні посівних площ культури була відсутність антидоту для обробки насіння та неможливість застосування гербіцидів у посівах. Починаючи з 2004-2007 рр. ТОВ «Сингента» у співпраці з ДП «Рейлін» була розроблена технологія вирощування гібридів сорго для умов Південної та Центральної частин Степу України. Ця технологія базувалася на використанні насіння сучасних гібридів сорго, обробленого антидотом Концеп III, що дає можливість використовувати гербіциди, які не знищують рослини сорго. З впровадженням цієї технології в господарствах України посівні площі сорго почали помітно зростати – з 5000 га у 2000 році до 180 тис. га – у 2008 році й до понад 200 тис. га – у 2014 році.

Одним із стримуючих факторів збільшення площі посівів сорго була проблемна реалізація товарного зерна цієї культури, оскільки внутрішній ринок ще не готовий використати вирощені валові збори сорго. Найкращий потенціал продажів – експорт. Для того, щоб вирощування цієї культури було ефективним і економічно вигідним, потрібна співпраця всіх ланок – постачальників, виробників, трейдерів. На сьогодні зацікавленість трейдерів та кормовиробників сприяє істотному підвищенню попиту на цю культуру.

В умовах глобалізації світових ринків сільськогосподарські виробники України змушені шукати нові форми та методи господарювання. Більшість господарств, особливо ті, що не займаються тваринництвом і не мають власної переробки, переходять до товарного виробництва, яке повністю зорієнтоване на продаж всієї вирощеної рослинної продукції.

У результаті зростають площі під високорентабельними та ліквідними культурами, такими як ріпак та соняшник. Проте насичення сівозмін соняшником понад 10-15% спричиняє значне зниження родючості ґрунту, оскільки ця культура виносить багато поживних речовин із врожаєм, а це обумовлює зниження рентабельності вирощування соняшнику. Крім того,

агрокліматичні умови останніх років були достатньо складними, а часто – дуже несприятливими для сільгоспвиробників.

Аналіз кліматичних умов Східного Лісостепу України за останні 30 років свідчить про те, що 12 років були дуже посушливі, а ще 6 років характеризувалися періодичними посушливими умовами в період вегетації ярих зернових культур. Такі умови призводили до значного зниження врожайності ярого ячменю та кукурудзи.

У цих умовах особливого значення набуває пошук нових нетрадиційних культур, які були б рентабельними та не порушували б сівозмін. Якщо в зоні Центрального Лісостепу України господарства мають можливість сіяти та отримувати стабільно високі врожаї певних культур, наприклад, кукурудзи та буряка цукрового, то в зонах Степу та Східного Лісостепу набір культур у сівозмінах обмежений через недостатню кількість вологи.

Помірно-континентальний клімат півдня України, з недостатнім та нестійким зволоженням, а також великими ресурсами сонячної радіації, сформував степові суббореальні (семіарідні) ландшафти. За кліматичними умовами в Степу виділяються три підзони: південна (Херсонська, Миколаївська, частина Одеської області, степові райони Криму), центральна (Дніпропетровська, Запорізька, південна частина Кіровоградської та Донецької областей) і північна (північна частина Кіровоградської і Донецької областей, Луганська область). На більшості територій зони Степу за рік випадає 300-400 мм опадів, а у Східноєвропейському секторі – 400-500 мм.

Випаровуваність у південній підзоні наближується до 800-1000 мм, коефіцієнт зволоження знижується від 0,8-0,6 у північній підзоні до 0,5-0,3 – у південній. Річна сумарна радіація досягає тут 100-120 ккал/см^2, а радіаційний баланс – до 40-50 ккал/см^2 (у Причорномор'ї – до 55 ккал/см^2).

Особливістю підзони південного Степу є незначна кількість і суттєва нерівномірність розподілу в часі атмосферних опадів. У деякі роки опадів випадає менше 200 мм. На заході зони Степу опади порівняно рівномірно розподілені по місяцях, на сході влітку спостерігається їх різкий літній і зимовий мінімум. Для них характерний зливовий режим: за добу може випасти до 150-200 мм опадів.

Враховуючи вплив несприятливих кліматичних умов у степовій і лісостеповій зонах нашої країни однією з альтернативних культур у цих регіонах може виступати сорго й зернове цукрове. Крім того стабільна ціна сорго на внутрішньому та зовнішньому ринках гарантує отримання прибутку при дотриманні технології вирощування цієї культури.

В теперішній час в структурі енергетичного балансу України, переважають традиційні види палива, зокрема імпортовані нафтопродукти, що негативно впливає на рівень енергетичної безпеки держави,

конкурентоспроможність вітчизняної продукції та стан навколишнього природного середовища.

Сорго цукрове – це чудова біологічна сировина для отримання етанолу. Якщо побудувати завод, який перероблятиме зелену масу сорго на сироп, потім – на етанол і вуглекислий газ, а корисні відходи (близько 70%) використовувати на корм тваринам, зерно – як насіннєвий матеріал, то можна отримати значний прибуток і вирішити багато господарських, транспортних і промислових проблем. З 1 т зерна сорго можна отримати 650-700 кг крохмалю або 300-350 л спирту, що на 35 л більше, ніж з 1 т кукурудзи.

Розрахунки показують, що наявні сорти сорго цукрового можуть забезпечити виробництво цукру на рівні 2,8-3,0 т/га на незрошуваних землях і 4,5-5,0 т/га – на зрошуваних. У зв'язку з тим, що цукрові буряки на півдні України практично не вирощують, то сорго може значно поповнити цукрові запаси. Так, з площі 100 га сорго цукрового (із середньою врожайністю зеленої маси 30 т/га і 18% цукристістю) можна отримати понад 200 т цукру.

Згідно досліджень американських вчених виробництво етанолу з сорго цукрового є менш вартісним і вимагає менше етапів, ніж його виробництво з кукурудзи. Ця рослина містить прості цукри і може використовуватися безпосередньо для ферментативного виробництва етанолу, без необхідності перетворення крохмалю в цукор до бродіння, що заощаджує енергію та кошти. Сорго також характеризується низькими витратами за технологією вирощування його вирощування. Ця культура може рости на ґрунтах з низьким рівнем родючості, вона не вимагає великої кількості добрив і потребує води лише в мінімальній кількості – вполовину менше, ніж необхідно для вирощування буряків цукрових, або в три рази менше, ніж необхідно для кукурудзи.

Сорго цукрове добре росте майже у всіх районах світу з помірним кліматом, дозріває за 90-120 днів, що набагато менше, ніж у цукрової тростини, який дозріває за 12-14 місяців. Крім того, виробництво галона етанолу з сорго цукрового коштує 1,74$ (доларів США), порівняно з 2,19$ для цукрової тростини і 2,12$ – для кукурудзи.

Для умов зрошення підходять короткостеблові, неполягаючі сорти, що добре реагують на загущення і високий агрофон. У США (штати Небраска і Техас) вирощування таких сортів при частих регулярних поливах в посушливий сезон (2 рази на тиждень по 500 м^3/га) забезпечує одержання врожайності зерна 9,5-10,7 т/га. На півдні Франції отримують врожаї зерна короткостеблових сортів сорго від 8,6 (скоростиглі – 350-450 тис. рослин/га) до 10,8 т/га (пізньостиглі – 200-300 тис. рослин/га), вирощуючи їх при високому агрофоні і поливаючи 2-4 рази за вегетацію – від початку стеблування до наливу насіння.

У біоенергетиці існує три напрями використання сорго цукрового: виробництво біоетанолу, твердого палива (брикети, пелети тощо) і біогазу. Вихід біоетанолу залежить від вмісту цукру в соку. Залежно від сортових особливостей і фази збирання в соку сорго може міститися від 8 до 30% цукру. При середній врожайності зеленої маси 40 т/га можна отримати 6-12 т спирту з 1 га і 12-15 т побічної продукції, яка може бути використана в кормовиробництві або, як тверде паливо.

Сорго з успіхом можна вирощуватися на землях з незадовільним еколого-меліоративним станом, а також на територіях сільськогосподарського призначення, де спостерігається забруднення ґрунту в результаті господарської діяльності підприємств по видобутку і переробці корисних копалин. Вирощування сільгосппродукції поблизу таких промислових підприємств стає неможливим.

Найбільш доцільно з наукової точки зору при такій ситуації створити біоенергетичну сівозміну, в якій центральне місце буде відведене сорго цукровому. До того ж в таких умовах не виникає суперечок щодо розподілу земель під виробництво зерна і вирощування сировини для біоенергетики. При такому підході не потрібно виділяти площі, зайняті під зерновими, на вирощування біоенергетичних культур. Більш того, завдяки вирощуванню сорго забруднені землі через певний проміжок часу стануть придатними для вирощування зернових.

У Державному реєстрі сортів рослин України станом на 2015 рік внесено 44 сортів та гібридів сорго, а також 13 – соризу. Проте, впровадження даної культури в Україні відбувається повільно. Одним з основних факторів, що стримують розширення посівних площ сорго цукрового, є відсутність нових високоефективних технологій його вирощування та переробки. Тому для виробництва біоетанолу необхідно використовувати сучасні сорти і гібриди сорго з високою посухостійкістю, високоврожайні, солевитривалі, з підвищеним вмістом цукрів та, особливо, моноцукрів.

РОЗДІЛ 1
ПОХОДЖЕННЯ, ПОШИРЕННЯ І ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ СОРГО

1.1. ІСТОРІЯ ПОХОДЖЕННЯ І ПОШИРЕННЯ СОРГО

Сорго є найважливішою кормовою, енергетичною та продовольчою культурою, яка займає широкий ареал вирощування в усьому світі. Поширення її в країнах Африки, а також велика різноманітність дикорослих форм на цьому континенті свідчить про те, що батьківщиною сорго зернового є Африканський континент.

На єгипетських стародавніх пам'ятках, побудованих за 2200 років до нашої ери, виявлені малюнки збирання сорго і знайдені його зерна, що свідчить про використання цієї культури з незапам'ятних часів. Давність сорго підтверджується пам'ятками старовини і в країнах Східної та Південної Азії, тому в літературі є вказівки на те, що деякі форми його мають індійське походження, де вирощуванням займалися вже за 3000 років до нашої ери. У Китаї культура сорго була відома за 2000 років до нашої ери. Тому походження сорго може бути рівною мірою пов'язано з Африкою, Індією і Китаєм, де землеробська культура виникла самостійно.

На Європейському континенті про культуру сорго дізналися набагато пізніше. Перша згадка про неї міститься в описі «Природній історії в 37 книгах» Плінія Старшого (23-79 рр.), де повідомляється, що сорго було завезено в Рим з Індії та Єгипту.

У 1989 р. в світовому землеробстві посіви сорго зернового склали 44,5 млн га, а валові збори зерна – близько 60 млн тонн. Воно займає п'яте місце після пшениці, рису, кукурудзи та ячменю.

Підвищення посівних площ сорго за останні роки на континентах, особливо в Африці, пов'язане з винятковою посухо- й жаростійкістю, сонцевитривалістю і невибагливістю до ґрунтів. Ось чому ареал його вирощування охоплює величезні території, розташовані на південь від 50-ї паралелі в Північному та на північ від 50-ї паралелі в Південній півкулі.

Сорго вирощують на всіх континентах світу для кормових цілей, а в посушливих районах частина його зерна використовується в їжу. Підраховано, що зерно сорго, яке щорічно отримується в країнах Азії і Африки, використовують в їжу протягом року понад 200 млн чоловік. Тут сорго – основна хлібна рослина з якою пов'язане життя мільйонів людей, починаючи з найдавніших часів і до наших днів.

У теперішній час сорго вирощують в понад 90 країн світу світу. Найбільші посівні площі займають Індія, США, Аргентина, Мексика,

Нігерія, Судан, Китай, Ефіопія і Буркіна-Фасо. На їх частку припадає понад 90% валових зборів зерна сорго. За останні 30 років світові площі під сорго зросли на 50%, врожайність – більш ніж в два рази.

Найбільші площі під сорго зернове, яке використовується як основний продукт харчування (16 млн га), зайняті в Індії. Вони поступаються за площею тільки рису й пшениці. Зерно вживається в їжу у вареному або смаженому вигляді (пластівці), а з борошна випікають хліб. В Індії сорго вирощують також на зелений корм і силос худобі.

У Китаї широке поширення отримав гаолян, де його посіви розміщуються на великих площах. Він володіє скоростиглістю, холодостійкістю, підвищеним вмістом білка та жиру, а також наявністю особливої віскоподібної консистенції зерна і таніну в його оболонці. За останні роки посівна площа тут зменшилася до 2 млн га, однак стрімко, до 3,2 т/га, зросла його врожайність.

В Африці, особливо, в посушливих та пустельних районах, сорго, яке є основною хлібною і кормовою культурою, використовують також для приготування кускуса (національний харчовий продукт) і пива.

Посівна площа на цьому континенті склала в 1989 р. близько 16,5 млн га, урожайність – 0,8 т/га, валовий збір – понад 13,5 млн тонн. Найбільші площі займає Нігерія – 4,2 млн га і Судан – 3,7 млн га. Широко сорго розповсюджено в Кореї, Японії, Таїланді, Саудівській Аравії, Ємені, де посівні площі становлять понад 1,5 млн га.

В Австралії посівні площі за останні роки значно розширились і перевищують 700 тис. га. При цьому під сорго займають малопродуктивні степи, де раніше нічого не вирощували. У Латинській Америці посіви його в останні роки також істотно зросли та перевищують 5 млн га, а валове виробництво зерна – понад 16 млн т. Особливо високі показники по виробництву зерна спостерігалися в Аргентині та Мексиці.

У США обсяг виробництва зерна сорго перевищує 16 млн т за рахунок високої врожайності – понад 3,5 т/га і збиральної площі 4,5 млн га. Тут вирощують сорго головним чином в посушливих районах штатів Техас, Канзас, Небраска, Оклахома, де зосереджено понад 80% посівів. При цьому на частку лише штатів Техас і Канзас припадає близько 65% посівів сорго. Основними фірмами, що займаються виробництвом насіння сорго, є: Піонер, Декалб, Нортруп Кінг, Пфістер, Фронтьер і інші.

В Європі за останні роки площі під сорго також збільшилися, а середня врожайність перевищила 4-5 т/га. В Італії, Румунії, Угорщини, Албанії та Болгарії посіви сорго займають близько 20% всіх площ. В Італії в середньому по країні отримані великі врожаї зерна сорго (5,0-5,7 т/га) внаслідок заміни сортів гібридами. Виробництво сорго у Франції склало 290 тис. т, урожайність його 4,2 т/га, посівна площа – 70 тис. га. Близько 80% посівів сорго знаходиться на південному заході Франції, в

департаментах Верхня Гаронна, Од і Жерсена. В Угорщині врожайність зерна цієї культури сягає 5,0-7,0 т/га завдяки створенню індустріально-виробничих систем і впровадженню високопродуктивних гібридів. В Іспанії посівні площі сорго значно зросли і становлять понад 16 тис. га, а середня врожайність підвищилася до 5,3 т/га.

У країнах СНД площі посівів сорго зернового становили понад 130 тис. га, а виробництво зерна – 150-180 тис. т.

В Росії, в республіках Середньої Азії і Казахстані сорго почали вирощувати понад 2,5-3,0 тис. років тому. Особливого поширення в Росії сорго отримало в Хабаровському та Приморському краях – в районах, що межують з Китаєм. На рубежі XVIII і XIX століть сорго поширилося в європейській частині Росії, на півдні України і Північному Кавказі і було завезено сюди з Китаю і Кореї, а насіння сорго зернового поширювалося під назвою «китайське просо» та цукрового – під назвою «цукрова тростина».

З організацією Всеросійського НДІ рослинництва було розпочато роботу зі створення колекції світового різноманіття сорго. Цьому сприяли поїздки М.І. Вавилова в країни Північної Африки і Ефіопію, П.М. Жуковського – в Туреччину, Н.Н. Кулешова – в республіки Середньої Азії і ряду співробітників ВІР в інші країни. В результаті була створена колекція сорго, яка включала майже 10 тис. зразків.

Цінність культури сорго, що складається в здатності переносити без великих втрат урожайності періоди посухи та високих температур, ефективно використовувати опади другої половини літа, продовжувати ріст після тривалого безводного періоду і формувати досить високі врожаї, дозволяє вирощувати її в посушливих зонах: південь України, Молдова, Ростовська область, Ставропольський і Краснодарський краї, Середня Азія, області Середнього і Нижнього Поволжя, Оренбурзька область, Сальські і Калмицькі Степи, Чорні землі, Кизлярські пасовища, засолені землі Прикаспійської низовини, Казахстану та на Північному Кавказі.

Про первісне проникнення сорго в Україну відомостей не збереглося. Відомо, що під назвою «турецького проса» на території України селяни вирощували віничне сорго вже в XIII столітті. Ця місцева назва говорить про те, що до Криму, як і в інші області України культура сорго прийшла з Туреччини під час турецьких набігів і російсько-турецької війни. Потрапивши в Україну, сорго поступово пристосовувалося до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Як зазначають дослідники сорго вже понад 250 років тому було відомо в Криму. У польову культуру воно увійшло на початку XX століття, потім із введенням в культуру сортів сорго цукрового відігравало роль кормової рослини. Частину врожаю використовували для приготування соргового бекмесу, звідси і саме сорго нерідко називали в Криму цукровою тростиною. З 1932 р. АР Крим розглядається як одна з

баз з виробництва насіння сорго цукрового і зернового. У цей період сорго в Криму набуває універсального значення. Воно є основною кормовою рослиною, що забезпечує високу якість зеленої маси та силосу. В АР Крим заслуговує на увагу також культура голозерного, білонасіннєвого сорго на зерно, яке можна згодовувати всім видам тварин, а окремі сорти використовувати в їжу людині.

У 50-ті роки XIX століття сорго як цукроносна рослина в Україні набула значного поширення, в зв'язку з цим в Києві було споруджено один з перших соргоцукрових заводів. У 80-ті роки в Катеринославській, Полтавській і Подільській губерніях також розвивалося соргоцукрове виробництво, але через відсутність розробленої агротехніки вирощування і труднощів отримання кристалічного цукру з соку сорго ця галузь незабаром була занедбана.

Перші досліди з вирощування сорго зернового і цукрового на корм худобі в південних районах України також відносяться до 80-х років XIX століття. Організатором їх став видатний діяч агрономії А.І. Ізмаїльський, який близько десяти років пропрацював у землеробському училищі, а потім на Херсонській дослідній станції займався хлібним сорго – джугарою. Крім того, він впроваджував сорго для отримання силосу, зеленого і грубого корму в ряді господарств Таврійської губернії. Пізніше (з 1889) він протягом десяти років працював у Полтавській губернії (в маєтку князя Кочубея), де вирощував сорго китайське (гаолян) для використання на зелений корм і силос, а зерно – на фураж і для отримання крупи. Губернський агроном П. Дубровський (1892 р.) закладав досліди з вирощування гаоляна в Полтавській губернії. Насіння були отримані від генерал-губернатора Колпаковського з китайської провінції Кульджа. У 1893 р. сорго випробували на Дерябінському дослідному полі в Подільській губернії. У 90-х роках XIX століття цю культуру вивчав професор Є.Ю. Васильєв на дослідних полях Уманського землеробського училища. Потім на деякий час дослідження з культурою сорго припинилися, а в подальшому знову відновилися на початку XX століття. У 1908-1909 рр. професором В.В. Талановим на Верхньодніпровському дослідному полі вивчали культуру сорго, яка була інтродукована, головним чином, із США.

У 1914-1918 рр. площі під посівами сорго цукрового в Україні розширилися з метою отримання соргового меду. Потім у зв'язку зі збільшенням посівів цукрових буряків посіви сорго на патоку зменшилися, однак його почали вирощувати для кормових цілей.

Перші досліди з агротехніки, селекції та насінництва сорго в нашій країні проводились до 1927 року і пов'язані вони з ім'ям академіка ВАСГНІЛ Б.П. Соколова, який вивів тоді сорти Ранній бурштин дніпропетровський, Віничне 623 та інші на Синільниківській селекційно-дослідній станції ВНДІ кукурудзи. З 1931 р. цією культурою тут почав

займатися видатний вчений Б.Г. Демиденко.

На даний період широкими комплексними дослідженнями по сорговим культурам в Україні займаються в Дніпрі – Інститут землеробства степових районів НААН України, Синільниківська і Генічеська дослідні станції, в Одесі – селекційно-генетичні інститути та аграрний університет, в АР Крим – Кримський аграрний університет. За багаторічний період селекційної роботи були створені високоврожайні сорти та гібриди, які в подальшому були впроваджені у виробництво.

Перші літературні відомості про вирощування сорго в Молдові відносяться до 1855 р., коли з десятини посіву отримували урожайність до 336 пудів патоки, проте за відомостями Шекуна, на присадибних ділянках цю культуру почали вирощувати ще раніше. Пізніше, в 1909 р. в маєтку Леонтьєва був проведена перша сівба сорго, при цьому з десятини отримали тисяча двісті п'ятдесят шість пудів сіна. У 1934 р. проводилося вивчення сорго і кукурудзи. При цьому у всіх зонах Молдови урожайність зеленої маси сорго виявилася вищою, ніж кукурудзи. У 1976 р. сорго істотно поширилося, особливо в південних зонах, посівні площі його склали понад 30 тис. га. На даний період велику дослідницьку роботу ведуть вчені Молдавського НДІ кукурудзи і сорго. Створені ними сорти і гібриди забезпечують високі врожаї зерна і зеленої маси.

На Північному Кавказі сорго набуло широкого поширення з часів російсько-японської війни 1904-1905 рр. Перші досліди по акліматизації його в цій зоні почали проводитися з 1904 р. і показали високу продуктивність та господарську цінність цієї культури. Особливо широке поширення на Кубані отримало сорго цукрове. У зв'язку з цим в 1930 р. в районі станиці Усть-Лабинської був побудований перший соргопаточний завод.

У Ставропольському краї понад 60% посівних площ зосереджено в посушливих районах, де відзначилися його великі можливості. Дослідження, що проводяться з 1901 р. на Ставропольській сільськогосподарській дослідній станції, також показали високу ефективність сорго.

Перспективна ця культура для Ростовської області, Чечні, Інгушетії, Кабардино-Балкарської, Північно-Осетинської республік та інших районів Північного Кавказу. Так, в 1976 р. в Ростовській області чисті й сумісні з кукурудзою посіви були розміщені на площі 523 тис. га, в Краснодарському краї вони займали 79, в Ставропольському – 56 тис. га. У зазначеному регіоні глибокі дослідження з сорго проводять в Ростовській області – ВНДІ сорго, в Ставрополі – Ставропольський НДІ сільського господарства і Ставропольська селекційно-дослідна станція НДІ кукурудзи, в Краснодарі – Кубанська дослідна станція ВІР. У ВНДІ сорго глибоко і цілеспрямовано ведуться комплексні дослідження. Є важливі

результати, особливо від створених нових сортів і гібридів. Великий внесок зробили вчені Ставропольського НДІ сільського господарства, особливо по виведенню нових сортів і гібридів.

В Поволжі перші відомості про вирощування культури сорго в цьому районі відносяться до 1856 року, коли в Сарепті було створено один з перших невеликих сорго-цукрових переробних заводів. Найбільш повне і різнобічне дослідження сорго було зроблено з 1908 р. Балашовською дослідною станцією. З 1912 р. вивчення цієї культури проводилося на дослідному полі Саратовського губернського земства, а також на Саратовській і Краснокутській дослідних станціях. Дослідження показали, що сорго є культурою гарантованих врожаїв.

Середня Азія є давнім регіоном вирощування сорго – джугари. Завдяки високим пристосувальним властивостями тут протягом століть народної селекції з'явилися аборигенні сорти сорго. Вони є цінним джерелом імунних і холодостійких форм для використання в селекційній роботі. Історично доведено, що місцеві сорти сорго при зрошенні забезпечують високу врожайність зеленої маси до 100-150 та до 10 т/га високоякісного зерна. У таких умовах вони не поступаються за врожайністю кукурудзі, а в богарних умовах значно перевершують її. Тут сорго є основною страховою, післяукісною та пожнивною культурою. Цілеспрямовану дослідницьку роботу в цьому напряму проводить Узбецький НДІ тваринництва.

У Казахстані, в південно-західній його частині, ще з 1908 р. на Темірському дослідному полі були розпочаті перші дослідження сорго. Досліди проводилися в районах Приаралля і Актюбінська, де в останні роки ця посухостійка і солевитривала культура знаходить все більшого поширення. У цьому істотну допомогу надають Казахський НДІ землеробства і Приаральська дослідна станція ВІР.

На невеликих площах сорго вирощують в районах Далекого Сходу і Сахаліну, Південного Уралу і ЦЧО. В Орловській, Курській, Білгородській і Воронезькій областях окремі господарства отримують урожайність зеленої маси по 35-60, а зерна – по 3 т/га. В Башкортостані і Оренбурзькій області також ведеться широке вивчення цієї культури. Врожаї зеленої маси тут досягають 40, а зерна – понад 3 т/га. Широке поширення сортові культури отримують в південних областях Західного Сибіру, Челябінській області та інших регіонах.

Спираючись на результати вивчення сорго і практику його освоєння в умовах України, М.М. Кулешов у 1933 році у своїй статті «Селекція сорго» визначив напрями роботи з цією культурою.

У процесі вивчення біологічних особливостей сорго і багаторічного практичного досвіду вітчизняними вченими вдосконалені методи агротехніки і селекції. Розробці цих методів передувала низка урядових заходів. Так, в 1931 р. Народний комісаріат землеробства СРСР з метою

зміцнення кормової бази тваринництва прийняв рішення про розширення посівів сорго в посушливих районах півдня і південного сходу колишнього СРСР.

Тоді в Москві відбулася перша Всесоюзна нарада по сорго, на якій обговорювалися організаційні та методичні питання з вивчення і виробничого освоєння цієї культури. Рішенням наради науково-дослідницька робота по сорго була доручена Всесоюзному НДІ кукурудзи. Інститутом були вивчені важливі біологічні та агротехнічні особливості сорго.

У 70-ті роки Радами Міністрів СРСР і союзних республік був прийнятий ряд постанов, спрямованих на значне поліпшення агротехнічної, селекційної і насінницької роботи, відповідно до яких в кожній соргосіючій зоні були створені насіннєві господарства по сорго. В цілому насіннєві господарства поліпшили вирощування і заготівлю насіння сорго. Однак у зв'язку з розширенням посівів та попитом на насіння існуючі насіннєві господарства не можуть освоїти технологію виробництва насіння сортового і гібридного сорго й забезпечити отримання великих партій насіння.

В Україні в довоєнні роки соргові культури в АР Крим, Херсонській, Миколаївській, Запорізькій, Одеській та Дніпропетровській областях вирощували на значних площах. Однак перед війною і після неї посіви скоротилися, склавши в 1987 р. – 16,1 тис. га. Такий стан можна пояснити недостатнім забезпеченням насіннєвим матеріалом, недосконалістю агротехніки вирощування та відсутністю науково обґрунтованих сівозмін з урахуванням сорго.

Однак ґрунтово-кліматичні умови в межах країн СНД соргосіючих районів дозволяють вирощувати соргові культури на площі до 6 млн га, отримувати високі й стабільні врожаї. Це значно зміцнить кормову базу та підвищить продуктивність тварин. Придатними районами для вирощування сорго в країнах СНД є: південь України (1,8 млн га), Молдова (0,2 млн га), області, краю і республіки Північного Кавказу (2,0 млн га), Поволжі (1,0 млн га), республіки Середньої Азії і Казахстан (1,0 млн га). У зв'язку з тим, що в даний період посіви соргових культур просуваються далеко на схід і північ, а площі під цією культурою повинні значно розширюватися.

Таким чином, поширення сорго в світі свідчить про великі успіхи багатьох країн в цьому напряму. Сорго володіє високими потенційними можливостями, що ставить його в число провідних зернофуражних і продовольчих культур.

1.2. ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ І ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО

Доцільність вирощування сорго в посушливих і напівпосушливих районах обумовлюється його високою продуктивністю і універсальністю використання. Зелена маса і зерно охоче поїдається всіма видами тварин та птицею. Сорго – високоврожайна культура, яка багата вуглеводами, білками, амінокислотами, мінеральними речовинами, вітамінами, що відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності тварин. Зерно сорго містить, у середньому, 70% крохмалю, понад 12% білка, 3,5% жиру і є чудовим концентрованим кормом. Так, в 100 кг зеленої маси сорго міститься 23,5 кг к.о. і 0,8 кг перетравного білка, в сіні відповідно – 49,2 і 2,2, в соломі – 50,2 і 1,8, в полові – 44,2 і 2,4, в силосі – 22,0 та 0,6, у зерні – 118,8 кг к.о. і 7,9 кг.

За кормовими перевагами зелена маса соргових культур не тільки прирівнюється до кукурудзи, проте й значно перевищує її, що зумовлює розширення їх посівних площ з метою забезпечення потреби в кормах індивідуального та колективного тваринництва. Тому роль соргових культур у системі зеленого конвеєра величезна. Завдяки інтенсивному відростанню після скошування сорго може формувати зелений корм у самий посушливий період – з 1 липня до глибокої осені (до приморозків).

Крім використання на фуражні цілі, зерно сорго можна застосовувати як сировину для спиртової та крохмале-патокової промисловості. Як зазначає Є.С. Якушевський, за спостереженнями в середньому за шість років вихід спирту з тонни зерна сорго Кубанське червоне 1677 вище, ніж з тонни зерна кукурудзи на 3,5 дкл, а вартість спирту на 25-30% дешевше. З одного гектара сорго цукрового, яке містить до 18-20% цукру, можна одночасно отримати 2,5-3,0 т сортового меду, 2,0-2,5 т зерна і 15,0-17,0 т віджимань стебел для силосу. Отриманий з соку стебел цукровий сироп успішно використовується для підгодівлі бджіл в осінній період, сорговий мед – в кондитерській промисловості, сортова патока – в кормових домішках для тварин. Американські вчені розробили технологію отримання з соку сорго цукрового кристалічного цукру, який за якістю не відрізняється від тростинного.

За посухо- та солестійкістю сорго займає перше місце серед сільськогосподарських культур у світі. Тому його називають «верблюдом» рослинного світу. Сорго дуже економно, високопродуктивно витрачає вологу на формування одиниці сухої маси (в декілька разів менше, ніж кормові – кукурудза, люцерна, соя, горох та ін.). Ці властивості забезпечуються біологічними особливостями рослини. Сорго має дуже розвинену кореневу систему, що проникає на глибину до 2,0-2,5 м, володіє здатністю відбивати надмірну сонячну радіацію завдяки восковому шару на

поверхні листків та створює стабільну продуктивність у жорстких ґрунтово-кліматичних умовах (коефіцієнт пластичності врожаю вдвічі менший, ніж у ячменю). За даними державних сортовипробувальних станцій АР Крим, Херсонської, Миколаївської, Одеської областей, урожайність сорго була вищою за кукурудзу в межах 19- 58% на неполивних та на 14-15% – на зрошенні.

Сорго формує зерно з високими кормовими та харчовими цінностями (зерно сорго має вміст 70-78% крохмалю, 10-14 білка, 3-5% жиру). У 100 кг зерна міститься 120-130 к.о., а в 100 кг зеленої маси – 22-25 к.о. Воно є дуже добрим кормом для всіх видів худоби, птиці, риби. В умовах суходолу, сорго зернове істотно випереджає традиційні культури – ячмінь, кукурудзу, горох, як за урожайністю, так і за виходом кормових одиниць з 1 га. Вихід свинини при згодовуванні сорго з 1 га посівної площі на 100-200 кг більший, ніж при застосуванні кукурудзи. Сорго-суданкові гібриди сорго з успіхом вирощують на зелену масу, поживність і врожайність якої не менша, ніж у кукурудзи. А за деякими показниками, наприклад, вміст каротину, зелена маса сорго перевищує кукурудзу. Причому з зеленої маси можна виготовляти високоякісне сіно, силос, сінаж. А здатність відростати за рік до трьох разів свідчить про перевагу над іншими однорічними кормовими культурами.

Перспективним є одержання силосу з сорго. Так, за даними Інституту тваринництва НААН за кормовими якостями цей силос кращий, ніж кукурудзяний. Спеціально для кормовиробництва компанія «Сингента» пропонує гібриди сорго силосного, врожайність яких в Україні у виробничих умовах досягала 60-100 т/га, а це щонайменше втричі більше, ніж кукурудзи. Зерно сорго з успіхом переробляють на харчовий та технічний етиловий спирт. У багатьох країнах Північної Африки, Азії та Америки, зерно сорго є традиційно харчовою культурою, з якої виробляють борошно, крупи та ін. Вирощувати сорго економічно дуже вигідно, оскільки рентабельність культури становить 75-150%.

Завдяки низьким нормам висіву (4-7 кг на 1 га при використанні високоякісного насіння), тривалому збереженню схожості насіння та пізнім строкам висівання сорго є потенційно стратегічною культурою для пересівання під час масової загибелі озимих та ранніх ярих культур. Це було підтверджено у 2003 р., коли сорго було висіяно в дуже пізні строки (кінець травня-початок червня), а урожайність коливалася в межах 3-5 т/га. Крім того, сорго є добрим попередником для багатьох ярих просапних культур, а також може вирощуватися як монокультура за умови внесення мінеральних добрив та виконання відповідних агротехнічних заходів під час підготовки ґрунту.

Досвід господарств, які вирощують сорго зернове на великих площах від 1000 га і більше («Шестірня» та ТОВ «Авіас-2000» Дніпропетровської

області, ТОВ СП «Нібулон» Миколаївської області), свідчить про те, що високі врожаї сорго (від 5 т/га) за умови застосування нових технологій можливо вирощувати, навіть, після соняшнику. Тому сорго може використовуватися в коротких сівозмінах.

На формування врожаю зерна сорго впливають біологічні та генетичні особливості різних гібридів та наявність сприятливих факторів й оптимальних умов для розвитку рослин, особливо в критичні періоди. Для забезпечення потреб рослин сорго при формуванні врожаю з теоретичного погляду важливо знати періоди розвитку цієї культури та етапи органогенезу. У розвитку рослин сорго М.А. Шепель (1994) виділяє два основних періоди: перший – формування вегетативних органів (коренів, стебел та листя); другий – утворення генеративних органів (суцвіть, квіток та насіння). Загалом вчені виділяють у сорго 12 етапів органогенезу, що характеризують формування органів рослин в їх ембріональному, зачатковому стані.

При сучасних інтенсивних технологіях вирощування сорго важливо отримати своєчасні та дружні сходи. Найоптимальніші умови створюються, коли вологість ґрунту перебуває на рівні 65-75% повної вологоємності, а середньодобова температура ґрунту на глибині 10 см утримується на рівні 15-18°С. При цьому період від сівби до появи сходів при інтенсивному рослі стебла становить 10-12 днів при максимальній польовій схожості. Сівба сорго в непрогрітий ґрунт (до 7°С) призводить до того, що насіння пліснявіє, довго не проростає, сходи бувають зрідженими, а посіви заростає бур'янами. Оскільки ця культура тропічна, сорго дуже чутливе до зниження температур і заморозків – сходи гинуть при температурі 2-3°С.

Продовження кущення – це найбільш критичний період для сорго за забезпеченістю вологою та поживними речовинами, особливо азотом. У цей період на ембріональному рівні починає формуватися волоть і від забезпеченості зазначеними факторами залежить її розмір та кількість у ній квіток. Під час цього етапу розвитку необхідно планувати підживлення рослин сорго азотними добривами.

При наростанні висоти стебла підвищується фотосинтетична активність і швидке накопичення сухої речовини в рослинах. Проходить дозрівання генеративних органів: пилкових зерен та яйцеклітин.

Починається цвітіння волоті згори вниз, поступово, кожної доби. Цвітіння настає за сприятливих умов на другий-четвертий день після викидання волоті. Ріст листостеблової маси закінчується. Починається масове запліднення квіток. Цей етап життя рослин поділяється на два періоди – вегетативний та репродуктивний.

Формування і ріст зернівки залежить від проходження попередніх етапів та факторів навколишнього середовища. Зернівки досягають типових для кожного сорта або гібрида форм та розмірів, настає фаза молочної стиглості. Таким чином, ріст рослин розділено від нульової стадії

(стадії сходів) до дев'ятої стадії (повної стиглості).

Необхідний для досягнення кожної стадії час залежить від сорту (гібрида) та навколишнього середовища, в якому він дозріває. Умовний час представлений лише для порівняння. Він може відрізнятися навіть для одного гібрида, вирощеного в тому самому місці при зміні строків сівби. На тривалість кожної стадії розвитку рослин сорго впливає також: удобрення ґрунту, пошкодження комахами чи хворобами, підвищена вологість, густота посіву, забур'яненість. Вегетаційний період сорго залежить не тільки від температури, а також від довжини світлового дня. Сорго – типова рослина короткого дня. При короткому 9-10-годинному денному освітлені життєві процеси відбуваються дуже швидко. При 16-17-годинному денному освітлені пізньостиглі гібриди можуть взагалі не викинути волоть, а у середньопізніх значно подовжується вегетаційний період. В середньому для повного дозрівання сорго сума позитивних температур за вегетаційний період складає від 2000 до 3500°С залежно від гібрида та умов вирощування (Прайм, Свіфт – 2000-2400°С, Даш Е, Спринт W – 2800°С, Спринт 2 – 3500°С).

За хімічним складом зерно сорго практично не відрізняється від зернофуражних культур – кукурудзи і ячменю. Вміст протеїну в сорго більший, ніж у зерні кукурудзи, проте за перетравністю речовин – дещо поступається йому.

В умовах посушливої зони Ставропілля виробляють гранульовані корми з листостеблової маси сорго разом з зерном воскової стиглості для відгодівлі великої рогатої худоби. При цьому середньодобовий приріст тварин становить 950-980 г.

Багато дослідників стверджують, що використання на відгодівлі свиней зерна сорго рівноцінно зерну ячменю, якщо судити по приросту й якості м'яса, отриманого від тварин. Однак, щодо врожайності зерна сорго значно перевершує ярий ячмінь, що дозволяє отримувати при згодовуванні зерна з 1 га сорго в два рази більше свинини, ніж при згодовуванні продукції з 1 га ячменю.

Несучість птахів, яких годують зерном сорго, порівняно з пшеницею і кукурудзою підвищується на 25-30%. Зерно сорго сприятливо впливає на ріст, розвиток і продуктивність курчат. Так, через 70 днів маса курчат, яких годували зерном сорго, склав: півників – 1066 г, курочок – 1024 г; маса курчат, яких годували кукурудзою, відповідно – 1 041 г і 1021 г. В іншому досліді маса курчат, яким давали зерно сорго, була на 19,2% вище, ніж у тих, яким згодовували пшоно, і на 28% вище, ніж у тих, яким згодовували кукурудзу. Витрата зерна на 1 кг приросту курчат був наступний: сорго – 4,0, пшона – 4,3 і кукурудзи – 4,5 кг.

При згодовуванні зерна сорго для ставкових риб (коропа, карася, товстолоба) продуктивність їх збільшується на 34% порівняно з використанням

традиційних комбікормів.

Оскільки ця рослина теплолюбна, вона вимагає пізнього строку сівби. Сорго успішно вирощують як післяукісну пожнивну культуру та використовують в сумісних посівах з кукурудзою, соєю, амарантом, що дають високі врожаї.

Важливою властивістю сорго є його високий коефіцієнт розмноження. При нормі висіву 5-6 кг/га воно здатне забезпечити урожайність кондиційного насіння 3,5-4,0 т/га. Цієї кількості насіння достатньо, щоб посіяти сорго на площі 700–800 га. Це властивість дозволяє швидко відновити насіннєві та страхові фонди, а також прискорює впровадження у виробництво районованих сортів і гібридів.

Сорго є важливою технічною культурою, яка застосовується для виготовлення мітел, віників, щіток і матів. При цьому передові господарства з одного гектара сорго віничного виготовляють до 4-5 тис. шт. високоякісних і до 9-10 тис. штук середньоякісних віників. Віничне виробництво дозволяє протягом року раціонально використовувати робочу силу.

Сорго – високоврожайна культура. Отримувані в господарствах різного розміру і спеціалізації, на сортодільницях і в науково–дослідних установах рівні врожайності показують, що в зонах недостатнього зволоження – збори зеленої маси й зерна його – значно вищі.

За даними Державної комісії з сортовипробування сільськогосподарських культур, за роки вивчення на держсортодільницях південних районів України отримані врожаї зерна сорго значно більші, ніж кукурудзи. Навіть на зрошуваних землях перевага за культурою сорго.

Високі врожаї дає сорго в дослідах науково-дослідних установ. Так, на Генічеській дослідній станції НДІ кукурудзи в середньому за 8 років урожайність зерна районованих сортів сорго склала 2,8, кукурудзи 2,0 т/га, силосної маси відповідно 24,9 і 17,0 т/га. В середньому за вісім років вивчення сорго на дослідному полі Кримського аграрного університету урожайність зерна кращих сортів і гібридів сорго отримано 6,3, кукурудзи – 2,6 т/га, зеленої маси відповідно 44,5 і 19,8 т/га.

Високі врожаї зерна і зеленої маси вирощують багато господарств у різних зонах України. Як приклад можна привести вівцегосподарство «Краснодарський» Сакського району АР Крим, де багато років на гірших за родючістю кам’янистих ґрунтах в середньому з кожного поля площею 344 га отримували врожайність зерна сорго по 3,3 т/га, тоді як ярий ячмінь давав 2,1, овес – 1,6, кукурудза – 1,2 т/га.

У посушливій зоні Херсонщини сорго особливо виділяється врожайністю. Це підтверджується даними досліджень в Новотроїцькому районі Херсонської області. На великих площах посіву (300-500 га) щодо врожайності зерна сорго за 10 років перевищила ячмінь на 0,2 т/га, кукурудзу – на 0,6 і овес на 0,7 т/га. Середня врожайність зеленої маси сорго за ці роки дорівнював 19,8, а кукурудзи 12,6 т/га.

У Баштанському районі Миколаївської області середня врожайність зерна сорго в усіх господарствах складала 2,6 т/га, що на 56% вище за врожайність кукурудзи.

В умовах Узбекистану сорт Карлик Узбекистану при 3-4 поливах забезпечує урожайність зерна 7,5-8,0, а з насінницьких – 5,0-5,5 т/га.

В системі зеленого конвеєра на Луганській дослідній станції кукурудза дала 24,7 т/га, сорго 1,0-46,5 т/га, вихід кормових одиниць відповідно 3,1 і 4,2–4,7 т/га, перетравного протеїну 0,40 і 0,46 т/га.

Дослідження, проведені в Донецькому НВО «Еліта», показали, що в умовах Донецької області ранньостиглий гібрид зернового сорго Росорго 4 забезпечив урожайність зерна 5,3 т/га.

На Поволзькій дослідній станції Волгоградської області урожайність зерна сорту Камишинське 75 становила 2,8-3,1 т/га – майже вдвічі більше кукурудзи. У Саратовській області в умовах зрошення при нормі висіву 350 тис. рослин на гектар гібрид сорго силосного Придонський 1 забезпечив урожайність зеленої маси 78,0-81,0 т/га, перевищивши гібрид кукурудзи Краснодарський 434 на 25-30 т/га.

На полях агрофірми «Янтар» Ростовської області на зрошуваних ґрунтах вторинного засолення урожайність зерна кукурудзи становила 4,9 т/га, а сорго 8,8, зеленої маси, відповідно, 24 і 36, вихід кормових одиниць – 6,5 і 10,0 т/га. В умовах Самарської області кукурудза на зрошенні забезпечили врожайність сухої речовини 8,2, сорго – 10,8 т/га, вихід кормових одиниць відповідно 4,9 і 7,8 т/га. В умовах Ростовської області з кукурудзи на силос отримали врожайність зеленої маси 26,2, сорго 36,6 т/га, вихід кормових одиниць відповідно 6,6 і 9,2 т/га.

Численні матеріали наукових установ, досвід передових господарств, а також дані державного сортовипробування показують, що гетерозисні гібриди сорго, виведені на стерильній основі, набагато продуктивніше сортів.

Сорго на великих площах впроваджується у виробництво в сумісних посівах з кукурудзою. Так, у 18 господарствах Березанського району Миколаївської області на площі 3007 га при співвідношенні рядів кукурудзи та сорго 2:1 урожайність зеленої маси сорго склав 19,3 т/га, з посівів кукурудзи – 14,5 т/га, в ряді господарств Нижньо-Сірогозького району Херсонської області – відповідно 19,8 і 14,2 т/га. Широке поширення посіви сорго з кукурудзою отримали в Ростовській області, де висівають від 180 до 200 тис. га, отримуючи високу ефективність порівняно з чистими посівами кукурудзи.

Протягом 2003-2004 рр. у Кіровоградській державній сільськогосподарській дослідній станції разом з кафедрою загального землеробства Кіровоградського національного технічного університету проводилися дослідження з метою вивчення продуктивності різних культур як в чистому посіві, так і в суміші з іншими культурами.

Найбільшу врожайність зеленої маси забезпечив чистий посів сорго – 70

т/га в 2004 р., а на другому місці – чистий посів кукурудзи – 63,9 т/га, потім мальва – 31,3 т/га. Варіант посіву сорго з мальвою через ряд дав найбільшу врожайність – 49,1 т/га зеленої маси, мальви і кукурудзи через ряд – 44,1 т/га (табл. 1.1).

Сорго цукрове майже не поступається кукурудзі зі збору поживних речовин і перевищує її по врожайності зеленої маси. Однак рівень протеїну в одній кормовій одиниці сорго недостатній – 65-70 г (по зоотехнічним нормам – 100-120 г).

Для підвищення збору протеїну при вирощуванні сорго в змішаних посівах слід звернути увагу на сою як тіньостійку культуру, при цьому за строками проходження фенологічних фаз сої вона збігається з кукурудзою і сорго молочно-воскової стиглості зерна. Соя практично не впливає негативно на основну культуру, а оптимально використовує поживні речовини, вологу й сонячне світло. Крім того, при ущільненні соєю міжрядні посіви сорго менше засмічуються бур'янами.

Таблиця 1.1

Продуктивність зеленої маси кормових культур в чистому вигляді та в змішаних посівах з іншими культурами, т/га (2003–2004 рр.)

Культури	Рік		Середнє за два роки	Підвищення	
	2003	2004		т/га	%
1. Сорго	37,5	70,0	53,8	–	–
2. Кукурудза	32,3	63,9	48,1	–	–
3. Мальва	27,6	31,3	29,5	–	–
4. Кукурудза + мальва через ряд	28,6	59,6	44,1	14,6	33
5. Сорго + мальва через ряд	30,4	67,8	49,1	19,6	40
6. Сорго + мальва + підсів мальви в міжряддя	29,5	67,4	48,5	19,0	39
7. Кукурудза + мальва в один ряд	27,8	58,8	43,3	13,8	32

Також в дослідженнях Кіровоградського інституту АПВ вивчалися сорго сорту Силосне 42 і соя сорту Смарагдова. Сорго сіяли в чистому посіві, змішаному з соєю в ряду й ущільненому соєю в міжряддя. Дослідження показали, що підсів та ущільнення соєю всього на кілька днів подовжувало дозрівання посівів сорго – від повних сходів до воскової стиглості зерна – до 130 днів, тоді як у чистого посіву сорго в межах 126 днів. Проте, при підсіву і ущільненні підвищувався збір сухої речовини – 12,2 і 13,1 т/га проти чистого сорго – 12,1 т/га (табл. 1.2).

У змішаному та ущільненому посіві збільшувався збір кормових

одиниць, протеїну з одиниці площі й разом з тим рівень протеїну в одній кормовій одиниці – 106 і 112 г відповідно, що підтверджує доцільність вирощування сорго в системі силосного конвеєра.

Стабільні врожаї зеленої маси з підвищеним вмістом протеїну забезпечують посіви сорго в суміші з соєю. На Білозерській сортодільниці Херсонської області при змішаних посівах сорго та сої одержано урожайність зеленої маси 33,8 т/га, а в чистих посівах сорго – 32,6 т/га.

Таблиця 1.2

Сорго в чистих, змішаних і ущільнених посівах (середнє за 2003-2004 рр.)

Досліджувані культури	Тривалість періоду «сходи – воскова стиглість», днів	Висота сорго, см	Збір з 1 га, т				Вміст протеїна в 1 к.о., г
			зеленої маси	сухої речовини	кормових одиниць	протеїна	
Сорго	126	277	50,6	12,1	11,1	1,08	97,3
Сорго + соя	130	273	49,7	12,2	11,4	1,21	106
Сорго + соя + підсів сої в міжряддя	130	269	47,4	13,1	12,6	1,41	112

В агрофірмі «Прогрес» Снігурівського району Миколаївської області в умовах зрошення добрі результати показали смугові посіви сорго зернового з соєю по шість рядів кожного компоненту. При цьому урожайність зерна сорго була вищою на 1,3 т/га порівняно зі звичайним способом. Урожайність сої теж збільшилася на 4-6%. Значну ефективність має сівба сорго зернового з соєю за схемою 2:2. При цьому отримується концентрований корм, збалансований по білку. При використанні сорго-суданкових гібридів у суміші з амарантом за схемою 1:1 зелена маса буває високоврожайна після кожного укосу й збалансована по білку.

Високі врожаї забезпечують сорго-суданкові гібриди. Так, на сортодільниці АР Крим сорго-суданковий гібрид Ростовський 54 забезпечив урожайність зеленої маси на рівні 96,6 т/га, гібрид Північнокавказький 5 – 1080, Північнокавказький 161 – 103,6 т/га.

Кримське НВО «Еліта» отримали по 55,0 т/га зеленої маси тритикале, потім післяукісно посіяли сорго-суданковий гібрид Соковито-стебловий 3 і за два укоси, ще вдалося зібрати 92,6 т/га, тоді як кукурудза в цих умовах забезпечила врожайність 55,0 т/га зеленої маси.

Таким чином, з наведених даних видно, що в посушливих і напівпосушливих районах культура сорго повинна зіграти важливу роль в створенні стійкої кормової бази.

При виконанні всіх агротехнічних заходів, застосовуючи інтенсивну технологію вирощування в умовах зрошення, впроваджуючи гетерозисні гібриди, можна отримати урожайність зерна 15-18 т/га. Американські вчені встановили, що якщо повністю реалізувати потенційні можливості сорго зернового, то можна отримати урожайність зерна до 60 т/га. Ці розрахунки базуються на особливостях фотосинтезу. У сорго, на відміну від інших культур, добре використовується фотосинтетична активність навіть при низькій концентрації вуглекислоти в приземному шарі повітря. Крім того, надзвичайно економно витрачаються пластичні речовини в процесі дихання внаслідок своєрідної будови клітин, особливо, продихів. Ці цінні біологічні властивості необхідно широко впроваджувати в наукових дослідженнях та на практиці.

1.3. АГРОКЛІМАТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ СОРГО В РІЗНИХ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ ЗОНАХ УКРАЇНИ

Відсутність науково обґрунтованого розміщення культури сорго по регіонах України призводить до значного недобору товарної продукції. Високий і стабільний урожай його можливо отримати лише з огляду на багато факторів, у тому числі і такий складний, як природні ресурси території. Науковці багатьох країн світу встановили, що врожайність культури на 15% (від усіх інших факторів) залежить від погодних умов, а в окремі роки майже на 100%.

У Всеросійському НДІ сорго та інших зернових культур проведено аналіз відповідності біологічних особливостей сорго ґрунтово-кліматичним умовам з розрахунками коефіцієнтів відповідності. Автори вказують, що доцільність вирощування сорго певної групи стиглості настає при забезпеченні суми температур не менше 90% від необхідної.

Територія Степу України відрізняється між собою як кліматичними умовами, так і різноманітністю ґрунтів. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов у Степу виділяються три зони: південна, центральна і північна, які мають відмінності у кліматичній характеристиці (табл. 1.3).

У Південному Степу за рік випадає в середньому 406 мм опадів, у Центральному – 481 мм і Північному – 511 мм. Спостерігаються роки з найменшою їх кількістю. За гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) південний Степ відноситься до посушливої зони (ГТК = 0,7), де вологи недостатньо для отримання високого врожаю. Недостатня кількість вологи і в центральному Степу (ГТК = 0,9), він також характеризується як посушлива зона. Північний Степ вологою забезпечений значно більше (ГТК = 1), тому умови для вирощування високого рівня врожаю більш сприятливі.

Таблиця 1.3

Кліматична характеристика зони Степу України

Показники	Південна	Центральна	Північна
Кількість опадів за рік, мм	406	481	511
Гідротермічний коефіцієнт	0,7	0,9	1,0
Кількість продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см навесні, мм	130	145	155
Сума активних температур повітря понад 5°С, °С	3715	3400	3185
Тривалість періоду з температурою повітря понад 5°С, днів	230	217	210
Безморозний період, днів	182	170	170
Середньорічна температура повітря, °С	10	9	8
Прихід ФАР за год., МДж/м2	2457	2297	2250
Суховійних днів за рік, днів	38	40	32
Глибина промерзання ґрунту, см	30	40	45

Велика частина опадів у зоні Степу припадає на літні місяці. Тому і волога швидко випаровується, не встигаючи зволожити глибші горизонти ґрунту. Основним джерелом вологи є опади холодного півріччя – осінні і зимові. Максимальні запаси вологи ґрунт має рано навесні. В середньому, в шарі ґрунту 0-100 см, на початку весни продуктивної вологи в південному Степу міститься 130 мм, центральному – 145, північному – 1 мм. На півдні навесні тільки в 35-40% випадків відзначаються підвищені запаси вологи в метровому шарі ґрунту – 150 мм і більше, в Центральному і Північному Степу ці показники становлять 55-60%.

Літо в Степу спекотне і посушливе. Середня температура повітря в червні – 19-20°, що негативно впливає на рослини, дощі випадають у вигляді злив, нерівномірно. Характерними є суховії, коли вологість повітря знижується до 30%, а іноді спадає до 10-15%. Найбільше суховійних днів буває в південних (38-40) і східних областях (40-45). На північ і захід Степу їх кількість зменшується. Майже кожні три роки в південних і східних областях буває ґрунтово-повітряна посуха.

Осінь тепла і суха. У вересні температура повітря в першій декаді становить 18,7°С, у другій 16,8°С. З середини жовтня починаються перші заморозки, після яких частіше буває повернення тепла при сухій і ясній погоді.

Однак вчені відзначають, що клімат України циклічно змінюється.

І.Є. Бачинський відзначає, що в кінці XIX століття значно переважали негативні відхилення опадів від норми. Зволоження території України на початку XX століття покращилося, у другому і третьому десятилітті кількість опадів зменшилася, а до середини четвертого – знову збільшилася. Проміжок часу з 1932 по 1941 роки був відносно вологим. З 1942 по 1951 рік – вологість зменшилася. Зниження кількості опадів за рік відбувалося за рахунок теплого періоду.

За даними Н.А. Демчинського, опади мають циклічний характер, який триває близько 30 років.

І.Т. Нетіс аналізуючи дані Херсонської агрометеорологічної станції за період з 1882 по 2003 рік показав, що в цій зоні спостерігаються значні зміни середніх кліматичних характеристик метеорологічних елементів. В останні роки вони істотно відхиляються від кліматичної норми, розрахованої за період з 1882 по 1971 рр., тобто типового для цієї зони режиму погоди. Отримані дані свідчать про те, що в цій зоні змінюється клімат. Таким чином, в середньому за 90 років (1882-1971 рр.), річна кількість опадів становила 347,9 мм, а за наступні 20 років (1972-1991 рр.) – 455,7 мм, що на 107,8 мм, або на 31,0% більше.

Таблиця 1.4

Середньодобова температура повітря по місяцях за 90, 20 і 12 останніх років у зоні діяльності Херсонської агрометеорологічної станції, °С

Місяць	Роки			Зміни, %	
	1882–1971 (90 років)	1972–1991 (20 років)	1992–2003 (12 років)	за 20 років до 90 років	за 12 років до 20 років
Січень	–3,0	–2,5	–1,6	+16,7	+36,0
Лютий	–2,3	–1,2	–0,7	+52,2	+41,7
Березень	2,3	2,5	3,3	+8,7	+32,0
Квітень	9,6	9,9	9,7	+3,1	–2,0
Травень	16,7	15,9	16,6	–4,8	+4,4
Червень	20,6	19,9	20,3	–3,4	+2,0
Липень	23,3	21,7	23,3	–6,9	+7,4
Серпень	22,2	21,5	22,3	–3,2	+3,7
Вересень	16,7	16,3	16,4	–2,4	+0,6
Жовтень	10,6	9,9	10,3	–6,6	+4,0
Листопад	4,4	3,7	3,7	–6,0	0
Грудень	–0,4	–0,1	–1,0	+7,5	–900
За рік	10,1	8,4	10,2	–20,2	+21,4

Підвищення кількості опадів відбулося в усі місяці, але найбільше в квітні, липні та вересні. Пік змістився з червня на липень. Таким чином, в 1882-1971 роках найбільше їх випало в червні (46,7 мм), а в наступні 20 років – в липні – 56,7 мм. У ці ж роки середньодобова температура повітря знижувалася. Таким чином, за 1882-1971 рр. річна температура повітря становила 10,1°С, в наступні 20 років – 8,4°С (на 20,2% менше). Зниження температури повітря відбулося тільки в теплий період року – з травня по листопад (табл. 1.4).

Чорноземи звичайні. Гумусний горизонт становить від 45 до 85 см. Залежно від товщини гумусового шару вони діляться на потужні (75-85 см), середні (66-75 см) і малопотужні (45-65 см), за вмістом гумусу – на середньогумусні (6,0%) і малогумусні (4,5-5,5%). Це найбільш родючі ґрунти степової зони.

Чорноземи південні. Поширені в Південному Степу та Степовому Криму. В їх орному шарі 3-4% гумусу, гумусовий горизонт 55-70 см. Вони діляться на такі різновиди: чорноземи південні, перехідні до звичайних, чорноземи малогумусні, чорноземи південні солонцюваті.

Темно-каштанові ґрунти за властивостями близькі до чорноземів південних, але відрізняються від них меншим вмістом гумусового шару – 40-50 см, мають низьку водопроникність, володіють меншим вмістом елементів живлення. Механічний склад частіше важко суглинний, рідше середньо й легкосуглинкові.

Каштанові ґрунти займають Присиваську і Приазовську рівнину, Причорноморську смугу Південного Степу з найбільш посушливим кліматом. Вони відрізняються солонцюватістю і залягають в комплексі з солонцями. Кількість гумусу не перевищує 2,3%. У цій зоні є легкі піщані і супіщані ґрунти з досить низьким вмістом гумусу – 0,5-1,5%. Це бідні ґрунти. Найбільш повну оцінку ґрунтів дає їх бонітет. Середні бонітети для чорноземів звичайних становлять 70-75, для чорноземів південних – 55-60, для темно каштанових ґрунтів – 40-45, а середня оцінка одного бала бонітету – відповідно 60, 70 і 80 кг/га зерна.

Таким чином, з наведених даних видно, що в посушливих і напівпосушливих регіонах України, як і інших країн, сорго може забезпечувати високі та сталі врожаї, проте при цьому необхідно враховувати всі аспекти ґрунтово-кліматичних зон та місцеві господарсько-економічні чинники. Необхідно мати чітке уявлення про те, що відхилення метеорологічних елементів від кліматичної норми впливає на температурний режим, вологозабезпеченість рослин, режим живлення, строки сівби, норми висіву, тривалість вегетації і, в кінцевому результаті, на урожайність та якість продукції.

РОЗДІЛ 2
МОРФОБОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОРГО

2.1. МОРФОБОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

У сорго, як і у всіх злакових рослин, коренева система мичкувата. Коріння не має головного стрижня і розходиться від вузла кущіння тонкими, довгими нитками в усі боки на відстань від 60 до 130 см, проникаючи на глибину до 250-300 см. Проростає сорго, як і всі хліба другої групи, одним корінцем, який у перший час, до формування 3-4-го листка, інтенсивно галузиться, утворюючи безліч бічних корінців, покритих волосками, і до появи вторинних коренів служить основним органом ґрунтового живлення рослин. Через 4-8 днів після появи сходів чітко виділяється вузол кущіння з додатковим корінням, виступаючим безпосередньо від поверхні ґрунту. Вторинні корені утворюються при появі 3-4-го листка. Вони відходять від вузла кущіння. Інтенсивність утворення вторинних коренів залежить від багатьох факторів. До моменту виходу рослин у трубку з нижніх вузлів стебла утворюються повітряні (опорні) корінці, які у вигляді тяжів, заглиблюються в ґрунт, служать для зміцнення рослин проти вилягання і забезпечують додаткове живлення.

Існує кілька типів коренів: зародковий корінець; вузлові корені, які проникають в ґрунт на велику глибину; повітряні, що відходять від вузлів і епікотильні, які формуються на початку росту рослин (рис. 2.1).

Після появи сходів протягом 30-40 днів відбувається інтенсивний ріст кореневої системи. Надземна частина рослини сорго в цей час зростає повільно. І тільки після формування потужної кореневої системи починається інтенсивний розвиток її надземної частини. Встановлено, що коріння сорго в момент фази цвітіння розміщуються в орному горизонті – 43%, в підорному – 36% і в материнській породі – 21%.

Дослідження, проведені в науково-дослідному інституті тваринництва Лісостепу і Полісся України за динамікою розростання та поширення кореневої системи сорго, дозволили отримати цікаві експериментальні дані, які відображають динаміку росту й розвитку кореневої системи цієї культури (табл. 2.1).

Так, за результатами досліджень встановлено, що зародковий корінь росте до кінця вегетації, проте добовий його приріст змінюється залежно від віку рослин.

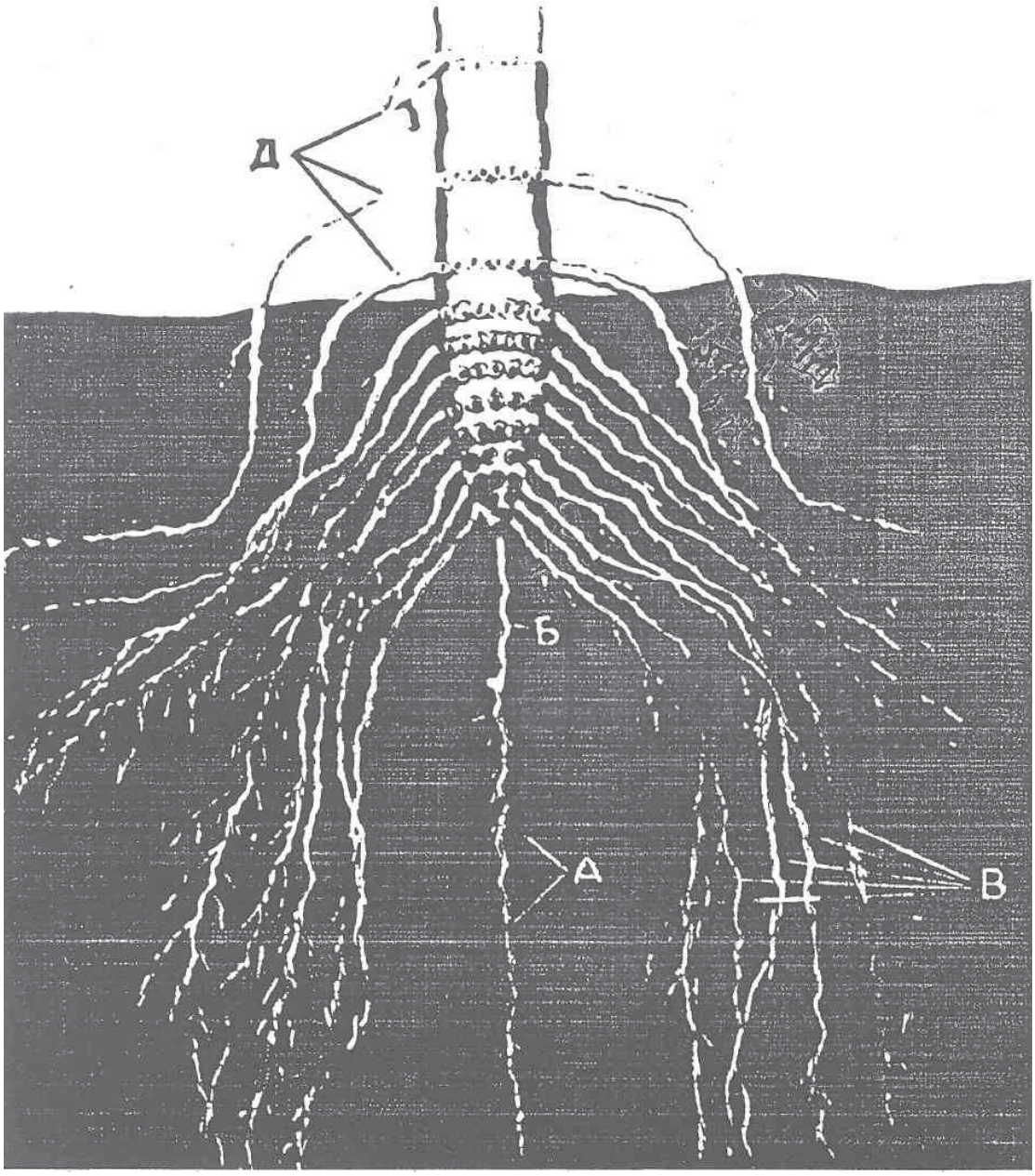

Рис. 2.1. Схема кореневої системи сорго:
А – зародковий корінь: Б – епікотильний корінь;
В – вузлові корінці; Д – повітряні корінці

Найбільші прирости відзначаються у І-ІІІ декаді травня, тобто у період інтенсивного кущіння. Середньодобовий приріст цього типу коренів у даний період склав 2,30-2,97 см. Під кінець вегетації він досягає глибини 170,5 см.

Епікотильні корінці з'являються у рослини на 10-11-у добу після сходів. Середньодобові прирости їх коливаються в межах 0,99-1,34 см. Корінь досягає в довжину 40,3 см, і на цьому розростання його припиняється, а потім він починає відмирати.

Таблиця 2.1

Швидкість росту та середньодобові прирости кореневої системи рослин сорго, см

Період	Кіль-кість днів	Зародкове коріння		Епікотильні корені		Вузлові корені, які спрямовані вертикально вниз		Вузлові корені,які спрямовані у бік під кутом 35-55°		Повітряні корені	
		глибина проник-нення	середне-добовий приріст коренів	глибина проник-нення	середне-добовий приріст коренів	глибина проник-нення	середне-добовий приріст коренів	глибина проник-нення	середне-добовий приріст коренів	глибина проник-нення	середне-добовий приріст коренів
20/IV- I/IV	10	13,2	-	-	-	11,0	1,10	-	-	-	-
I/V- 15/V	15	47,8	2,30	4,3	-	29,5	1,23	8,0	1,0	-	-
15/V-30/V	15	92,4	2,97	19,2	0,99	52,0	1,50	13,0	1,3	-	-
30/V-15/VI	15	113,4	1,40	29,7	1,34	98,5	3,10	22,4	2,7	7,3	-
15/VI-1/VII	15	130,5	1,14	-	-	155,5	3,80	37,8	3,2	14,9	0,99
1/VII-15/VII	15	142,7	0,81	-	-	199,0	2,90	49,4	3,0	33,3	1,22
15/VII-30/VII	15	153,2	0,70	-	-	223,0	1,60	67,2	2,4	40,2	0,46
30/VII-30/VIII	30	101,3	0,27	-	-	238,0	0,50	69,5	0,9	48,6	0,28
30/VIII-30/IX	30	170,5	0,30	-	-	244,0	0,20	69,8	0,4	52,0	0,11

Вузлові корені, що йдуть вертикально вниз, вглиб ґрунту, а цей процес триває до кінця вегетації рослин. Інтенсивність росу пов'язана з віком рослин. Найбільш інтенсивно вони ростуть з III декади травня по I декаду липня, тобто в період виходу рослин у трубку й цвітіння суцвіть. Середньодобові прирости знаходяться в межах 3,10-3,80 см. Вузлові корені, що йдуть вертикально вниз, досягають найбільшої глибини 244 см, вони рясно галузяться, охоплюючи великий шар ґрунту. Вузлові корені, що йдуть в сторону від рослини під кутом 35-55°, на глибині 35-45 см змінюють свій напрямок та надалі ростуть майже паралельно поверхні ґрунту. Під кінець вегетації сорго це коріння сягає 247,2 см. Тому вузлові корені обох типів у сорго потужно розвинені і є основними постачальниками води й поживних речовин рослині. Однак при формуванні вузол кущіння у сорго розташовується біля самої поверхні ґрунту, тому інтенсивність росту залежить від її вологості, найкраще коренева система розвивається при вологості 60-80% від повної вологоємності.

Повітряні корені у рослини з'являються пізніше і ростуть повільніше, ніж всі інші типи коренів. Їх середньодобові прирости не перевищують 1,22 см. Ростуть ці корені до кінця життя рослини, досить добре галузяться в ґрунті. Прирости опорних коренів в останній місяць життя рослини бувають більшими, ніж у вузлових коренів, що відходять у бік.

Коренева система сорго добре розвинена, вона розташовується в ґрунті в два яруси. Перший ярус охоплює товщу ґрунту від 0 до 75 см. У цьому шарі ґрунту розташовуються: епікотильні, вузлові корені, що йдуть в сторону від рослини під кутом 35-55°, і повітряні корені. Другий ярус коренів охоплює товщу ґрунту від 75 до 245 см. У ньому розташовуються зародковий і вузлові корені, що йдуть вертикально вниз. Розростання коренів у сорго протікає нерівномірно, тому можна виділити три періоди, коли прирости у окремих типів коренів були найбільшими. Перший (I-III декада травня) – період інтенсивного росту зародкового кореня. Другий (III декада травня – I декада липня) – період інтенсивного росту вузлових коренів, що йдуть вертикально вниз, та вузлових коренів, що йдуть від рослини в бік під кутом 35-55°. Третій (I декада липня – середина II декади липня) – період найбільш інтенсивного росту повітряних коренів. Це свідчить про те, що в процесі розвитку кореневої системи сорго чітко видна періодичність, свого роду конвеєр в наростанні маси коренів. Зазначена періодичність дає можливість рослині сорго отримувати достатню кількість поживних речовин та вологи протягом усього періоду вегетації за рахунок чого знову утворювати молоді корені, які мають підвищену всмоктуючу здатність.

У всіх типів коренів проявляється інтенсивне наростання маси в перший період вегетації, а потім, досягнувши максимальних середньодобових приростів, починає знижуватися. В останній місяць

вегетації рослин прирости коренів незначні.

Порівнюючи темпи росту й розвитку надземної частини рослини і коріння, видно, що глибина проникнення коренів випереджає ріст надземної маси. Ця закономірність чітко виявляється з перших днів життя проростка. Уже на 8-10 день рослини мають корінці, які за довжиною більше, ніж у два рази перевищують висоту надземної маси. У фазу кущення довжина кореня також майже в два рази більша за надземну частину. Значна різниця між висотою надземної частини та глибиною проникнення коренів зберігається така ж сама тенденція й у період виходу рослин у трубку (рис. 2.2).

З початку цвітіння і до повної стиглості ця різниця майже зникає, висота надземної маси та глибина проникнення коренів стають майже однаковими.

Завдяки своїм своєрідним біологічним особливостям коренева система сорго проявляє високу інтенсивність росту й розвитку.

Рис. 2.2. Співвідношення (у см) між надземною масою і корінням сорго за фазами росту рослин (за даними Н.А. Шепель, 1985)

Можна зробити висновок, що сорго розвиває більш потужну кореневу систему, ніж кукурудза. Так, на 1 г кореневої системи дрібної фракції сорго формується 5 г надземної біомаси, а у кукурудзи тільки – 2,6 г. Тому у сорго в повній стиглості насіння одна вагова частина кореня забезпечує поживними речовинами і вологою 10,6 вагових частин надземної маси. Це свідчить про високу продуктивність кореневої системи

сорго. Численні дослідження показують, що у сорго процеси відмирання коренів наступають значно пізніше, ніж у кукурудзи та інших однорічних кормових культур. Рослини сорго на півдні України вегетують до кінця жовтня, тобто до настання приморозків, а коренева система продовжує зростати, проте в уповільненому темпі, у той же час старі кореневі – відмирають. На відміну від ряду інших кормових культур у сорго після дозрівання насіння коріння не відмирає.

Сильно розвинена коренева система дає можливість сорго отримувати вологу і поживні речовини з шарів ґрунту, які недоступні для багатьох рослин. Цим пояснюється велика витривалість і виняткова посухостійкість сорго.

Таблиця 2.2

Характеристика кореневої системи рослин сорго та кукурудзи

Культура	Суха біомаса, г/м^2			Довжина коренів на 1 м^2 ґрунту, м	Відношення надземної частини до кореневої системи	Довжина коренів на 1кг біомаси, м
	надземної частини	коренева				
		всього	у т/ч дрібної фракції кореневої системи			
Сорго	503	295	100	12250	1,71	24,3
Кукурудза	245	171	95	11710	1,43	47,7

Анатомічна будова коренів схожа з будовою коренів інших злаків. На коренях сорго і в клітинах виявлена присутність мікоризи. Це вказує на ймовірність автотрофного та мікотрофного способу живлення рослини. За останні роки вчені виявили на коренях сорго азотфіксуючі бульбочкові бактерії. Характеризуючи кореневу систему сорго, слід зазначити, що вона вивчена недостатньо. Проте навіть стислі дані свідчать про її потужність і високу продуктивність, що забезпечує адаптацію рослин сорго до жорстких умов зовнішнього середовища.

Стебла сорго прямі, блідо-зелені, гладкі, тонкі, з заповненою серцевиною. Залежно від групи і сорту серцевина стебла буває заповнена соком різного ступеня цукристості (сорго цукрове й деякі зернові сорти) або ж губчастою паренхімою, заповненою повітрям (сорго віничне та більшість зернових сортів).

Стебло сорго складається з окремих міжвузлів, число і довжина яких різна залежно від виду культури і його вегетаційного періоду. Число міжвузлів на головному стеблі обумовлено генотипом і є досить стійкою ознакою. Ранньостиглі сорти мають найменшу кількість міжвузлів – 7-10, середньостиглі – 11-15 і пізньостиглі – 16-25, довжина яких від 0,5-2 см

у нижній частині, до 40 см і більше у верхній частині стебла залежно від виду і сорту. У міжвузлях є довгасте поглиблення з боку виходу пластинки листка, що прикрите піхвою. У поглибленні формуються і виходять з піхви листка бічні гілки. Від нижнього вузла (він же – вузол кущіння) відходить вторинне коріння. Від другого і третього вузлів стебла відходять повітряні корені.

Залежно від сорту, густоти стояння рослин, а також від ступеня родючості ґрунту і кліматичних умов висота стебел і кількість їх в одному кущі буває різна. Високорослі сорти сорго досягають 2-3 м, а в зрошуваних умовах 4-5 м. Карликові ж сорти мають висоту 0,6-0,8 м. Не дивлячись на мінливість, висота стебел є стійкою ознакою для багатьох груп, видів і сортів сорго.

Ріст стебла відбувається за рахунок діяльних клітин (меристеми), розташованих в нижній частині міжвузля безпосередньо над кожним вузлом. Всередині стебла є пухка тканина, в якій знаходяться судинно-волокнисті пучки, а зовні – механічна тканина і шкірка (епідерміс), покрита восковим нальотом (рис. 2.3). У тканинах стебел сорго цукрового накопичується 16-18% і більше цукрів.

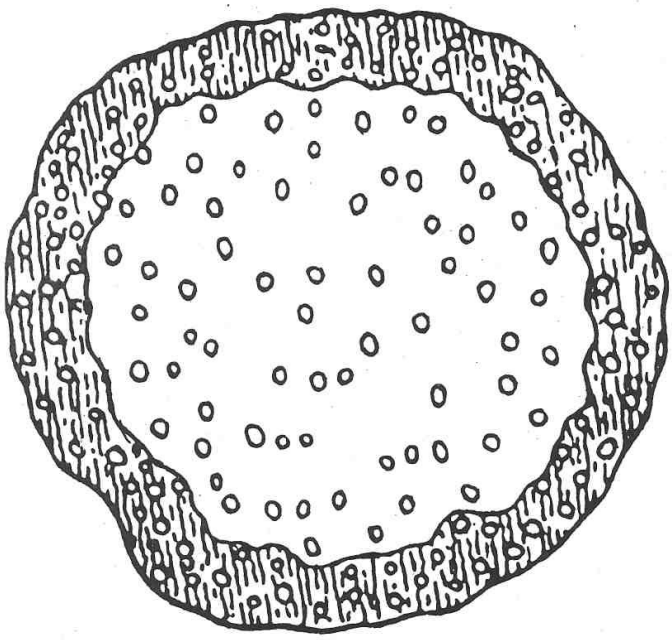

Рис. 2.3. Поперечний розріз стебла сорго

З вузла кущіння у сорго утворюється кілька стебел (рис. 2.4). Енергія кущіння його також залежить від сорту і умов вирощування. Кущові форми (цукрові сорти і сорго-суданкові гібриди) утворюють від 2-3 до 4-5 і більше цілком розвинених стебел, що відходять з вузла кущіння. При загущених посівах сорго не кущиться або мало кущиться. Є сорти одностеблові, що не кущаться (в основному зернові). Крім цього у деяких сортів сорго розвиваються бічні гілки (пасинки).

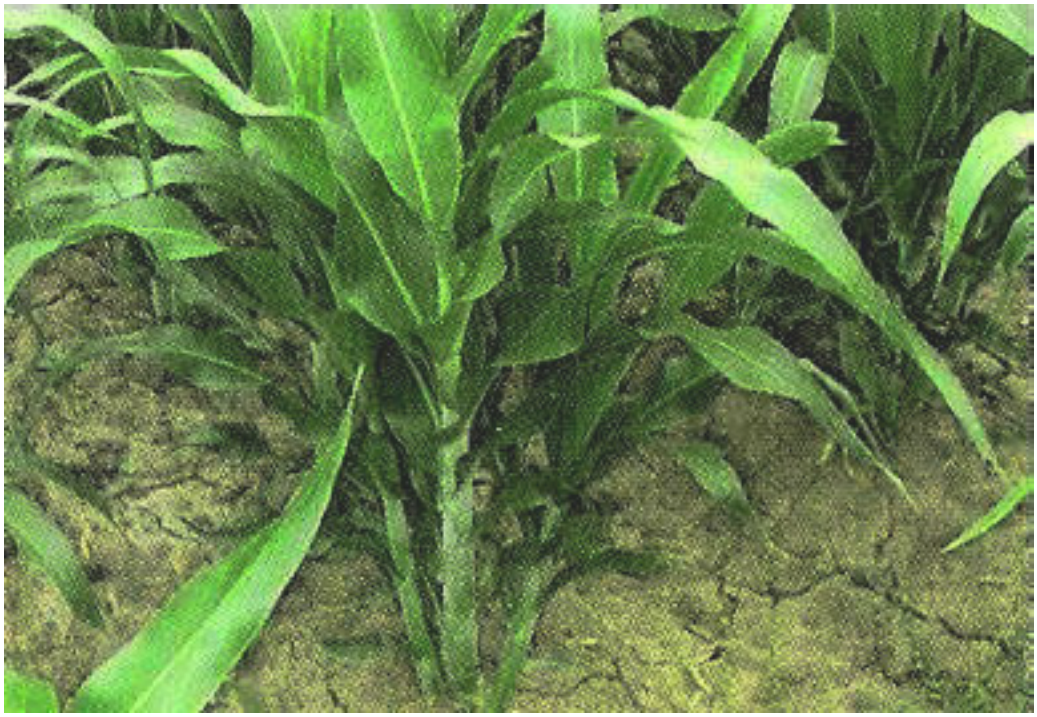

Рис. 2.4. Кущіння сорго

Кущистість і розгалуження стебел у сортів цукрового і трав'янистого сорго є позитивною ознакою, оскільки сприяє підвищенню врожайності і якості корму. У зернових сортів ці ознаки негативні і небажані, тому що вторинні стебла і бічні гілки під час збирання впливають на підвищення вологості зерна.

При зрізанні стебла воно здатне знову відростати (утворювати отаву). Найбільшою отавоутворювальною здатністю володіють сорго-суданкові гібриди і сорго цукрове. Цей процес залежить від висоти зрізу і метеорологічних умов.

Листя у сорго складається з двох частин – піхви і листової пластинки. Перша частина листа щільно охоплює частину або всі міжвузля, а у низькорослих сортів навіть інші міжвузля, захищаючи стебло від несприятливих умов, і надає йому міцність.

Листя, виникаючи від вузлів стебла, розташовуються по черзі з двох сторін. Кількість їх залежить від числа міжвузол, а також від умов вирощування і вегетаційного періоду рослини – ранньостиглі мають 7-10, середньостиглі 11-15, пізньостиглі 16-25 і більше листків. Листя не мають вушок, язичок маленький, листкова пластинка сидяча, широколанцетна, гладка, довга (40-80 см), широка (5-14 см) з цільними гострими краями. Жилкування листа поздовжнє, центральна жилка ділить пластинку листка на дві рівні частини, з нижньої сторони вона потовщена, у верхній – злегка увігнута. Середня частина пластинки листка зростає більш повільно ніж крайня, тому лист має хвилясту поверхню, велику пружність і опірність вітру. У деяких сортів сорго після сходів листя молодих рослин набуває

синювато-фіолетового відтінку в зв'язку з наявністю антоціанового забарвлення, це є стійкою морфологічною ознакою при визначенні сортів у молодому віці.

Листя – найбільш важливий орган, в якому відбуваються головні життєві процеси рослин – фотосинтез, дихання, транспірація. Середня площа листкової поверхні однієї рослини дорівнює 290 см^2 з коливаннями від 200 до 390 см^2. Зовнішня сторона листа покрита шкірочкою, клітини якої лежать майже паралельними рядами довжиною в 4-5 разів більше ширини. Покривні тканини листя мають чітко виражену ксероморфну структуру. Ряди клітин з продихами чергуються з рядами без продихів, які бувають відкриті на різну величину, залежно від зволоження, температури ґрунту і повітря. Дрібні розміри продихів поєднуються з великим їх числом. Число продихів на одиницю площі листа сорго на 50% більше, ніж у кукурудзи, а саме продихи по довжині становлять 2/3 довжини продихів кукурудзяного листа.

Листя сорго внаслідок ксерофітної структури та своєрідної будови випаровує значно менше вологи порівняно з іншими рослинами, тому при наявності високих температур і сухості повітря рослина не страждає від перегріву. Замикаючі клітини продихового апарату сорго мають щільну оболонку, і при дефіциті вологи вони при замиканні довгий час не паралізуються, а зберігають здатність відновлювати життєдіяльність рослини. Ось чому при сильних і тривалих засухах, коли у рослини сорго загасають всі життєві процеси, тобто вона переходить в анабіотичних стан, продихові клітини здатні відновлювати тургор навіть після двотижневої посухи. Кукурудза цю стихію витримує тільки сім днів. У сильно спекотні дні лист сорго вкривається восковим нальотом, що оберігає від зайвого випаровування.

Листя – це найбільш цінна частина рослин при використанні сорго на зелений корм, силос і сіно, тому сорти і гібриди, які мають більшу кількість листя, є більш цінними в кормовому відношенні.

Суцвіття у сорго – волоть, що має велику кількість форм (циліндрична, овальна, округла, яйцеподібна, веретеновидна, пірамідальна та інші), вона буває різної щільності (пухка, розлога, стисла, комкова), різного забарвлення (біла, чорна, коричнева, помаранчева тощо) і величини (від 15 до 70 см). Головна вісь волоті буває довга (стрижнева) або укорочена (безстрижнева). Зазначені вище параметри є важливими морфологічними ознаками при визначенні груп, видів та сортів сорго.

Кожна гілка волоті, що відходить від головної (центральної) осі, несе гілки другого, третього, четвертого порядків тощо. Гілки за довжиною бувають різні, залежно від цього волоть має різноманітну форму і щільність, властиву тому чи іншому виду й сорту (гібриду). Ознаки волоті чіткіше проявляються у фазі викидання волоті – цвітіння. Величина волоті

змінюється залежно від густоти рослин.

Гілочки останнього порядку на кінцях несуть колоски, які до волоті розташовуються з боків попарно, причому один з них сидячий, двостатевий, плодючий, а інший – чоловічий (безплідний) на короткій ніжці. За трійчастого розташування на кінцях гілочок один з них сидячий, двостатевий, плодючий, а інші два – чоловічі (безплідні). У кожному колоску під квіткою знаходиться луска недорозвиненої квітки. Кожен плодючий колосок має дві колоскові опуклі, блискучі луски, які охоплюють як плодючі, так і безплідні колоски. Двостатева квітка має дві квіткові тонкі, прозорі луски (одна з них – нижня – може бути з остю або без ості), три тичинкові нитки з прикріпленими пильовиками і товкач, що складається з верхньої одногніздової зав'язі й двох добре розвинених рилець. В одностатевих чоловічих колосків, що ростуть на коротких ніжках, зовнішні луски м'які, шкірясті, з чітко вираженими жилками (рис. 2.5 і 2.6).

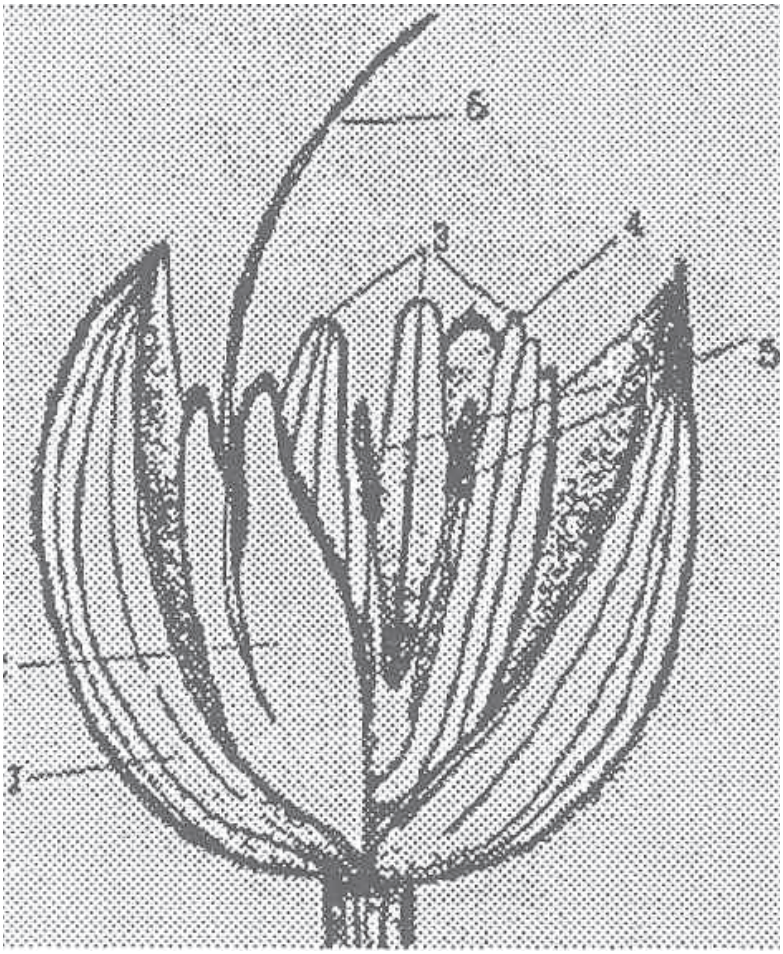

Рис. 2.5. Квітка сорго:
1 – колоскова луска; 2 – зовнішня квіткова луска; 3 – пильовики;
4 – внутрішня квіткова луска; 5 – рильця; 6 – вісь

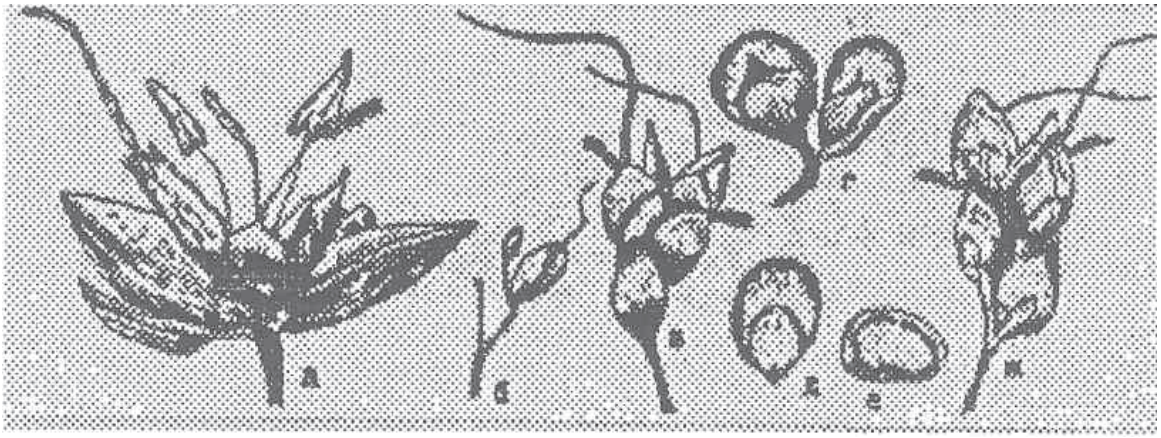

Рис. 2.6. Колосок сорго:
а – двостатева квітка відкрита; б – двостатева квітка закрита;
в, ж – зовнішні і внутрішні сторони гілочки з колосками;
г – зрілий колосок з насінням; д – зріле насіння;
е – поперечний розріз насіння

Суцвіття (волоть) у сорго утворюється залежно від скоростиглості сорту: у ранньостиглих через 45-55 днів, у середньостиглих – 60-65 днів, у пізньостиглих 75-100 днів після сходів. Викидання волоті залежить також від умов вирощування. Так, в жарку і суху погоду волоть з'являється раніше, ніж у прохолодну й вологу.

Цвіте сорго відкрито. Цвітіння волоті починається на 2-6-й день після її викидання. Починається воно з верхньої частини волоті, поступово поширюючись донизу. При цьому квіткові луски розкриваються, тичинки і перисті рильця висовуються одночасно назовні. Пильовики в міру дозрівання змінюють забарвлення від світло-жовтого до коричневого. Після дозрівання вони лопаються і вивільняють хмару легкого пилку, який підхоплюється вітром, переноситься на значну відстань і потрапляє на рильця квіток інших рослин сорго. При цьому здійснюється досить важливий процес – запліднення шляхом перезапилення.

Сорго є факультативною перехреснозапильною рослиною. Головним чином квітки розкриваються в ранні ранкові години.

Рослини сорго виділяють дуже велику кількість пилку, на окремих волотях може розвиватися до 100 млн пилкових зерен. Встановлено, що сорго перезапилюється в основному в межах свого сорту за принципом вибірковості в заплідненні. Можливе запилення у межах однієї рослини, тобто самозапилення квіток, але в більшості випадків це відбувається вимушено, особливо при компактній волоті, штучній ізоляції і при дуже вологій або спекотній погоді. Це має велике практичне значення в сильно посушливих районах країни, де в спекотну і суху погоду пилок гине в повітрі, а перехресне запилення в таку пору не відбувається.

Процес цвітіння сортів сорго протягом доби показав, що найбільшої

інтенсивності він досягає при температурі 16-18°С (в основному в ранкові години, що обумовлено необхідністю підготовчого періоду, який проходить вночі при зниженій температурі повітря і підвищеній відносній вологості повітря. Після 11-12 годин цвітіння майже припиняється. Одностатеві чоловічі квітки грають важливу роль в запиленні: вони сумісно з двостатевими підсилюють пилкоутворення.

У сорго цвітіння відбувається в 6-9 годин ранку при 17-20°С і відносній вологості повітря 65-75% за типом «вибуху» – за 5-10 хв. майже одночасно відкривається велика кількість квіток. Наступний вибух настає рівно через добу. Найбільше число квіток, що розпустилися, припадає на 3-4-й день. Тривалість цвітіння волоті – 6-10 днів, залежно від температури повітря: чим вище температура, тим швидше проходить на волоті цвітіння, і навпаки.

Після запліднення зав'язь, розростаючись, заповнює всю порожнину утворену квітковими і колосковими лусками, – формується плід – зернівка. У плівчастих (віничне і цукрове) сортів сорго квіткові і колоскові луски щільно охоплюють зерно, у голозерних (зернове) – не щільно.

Важливою видовою, груповою і сортовою ознакою у сорго є: форма сидячих колосків, ступінь їх розкриття при дозріванні, наявність остюків, форма і забарвлення колоскових лусок і наявність опушення.

Плід сорго – зернівка за анатомічною будовою істотно не відрізняється від будови зерен інших злаків. Зверху воно вкрите зовнішньою оболонкою, що утворилася зі стінки зав'язі, під якою залягає внутрішня оболонка, що утворилася зі стінок яйцеклітини. Під внутрішньою оболонкою знаходиться склоподібний роговий, багатий білком, так званий, алейроновий шар. Основна частина зернівки заповнена борошнистим білим ендоспермом, переважно зернами крохмалю, які є запасними поживними речовинами. У нижній частині зернівки в затемненому поглибленні розташовується широкий і довгий зародок зі стеблом і зародковим корінцем. Зародок від ендосперму відокремлюється щитком (рис. 2.7). Співвідношення між складовими частинами зернівки приблизно таке: оболонка – 8%, алейроновий шар і борошнистий ендосперм – 82,4, зародок – 9,6%.

Кількість зерен на одній волоті залежить від сорту чи гібрида та умов вирощування – від 1800-2190 у сортів, до 3000-5600 у гібридів. Значна кількість зерна з однієї волоті у гібридів – прояв високого ступеня гетерозису. При цьому загальна врожайність зерна у гібридів більшою мірою обумовлена підвищенням числа зерен в одній волоті, порівняно з їх батьківськими формами. В одному кілограмі знаходиться 24-48 тис. зерен сорго залежно від сорту і умов вирощування.

Зерно сорго за формою буває: овальне, яйцеподібне, бочковидне, округле, подовжене тощо; за величиною – велике (маса 1000 зерен понад 30 г), середнє (маса 1000 зерен 25 г) і дрібне (маса 1000 зерен менше 20 г);

за забарвленням оболонки – біле, жовтогаряче, коричневе, буре, кремове та інших кольорів і відтінків; за наявністю плівок – плівчасте і голозерне. Різне забарвлення плівок, залежно від сорту, обумовлене наявністю світло- і термостійких фарбників.

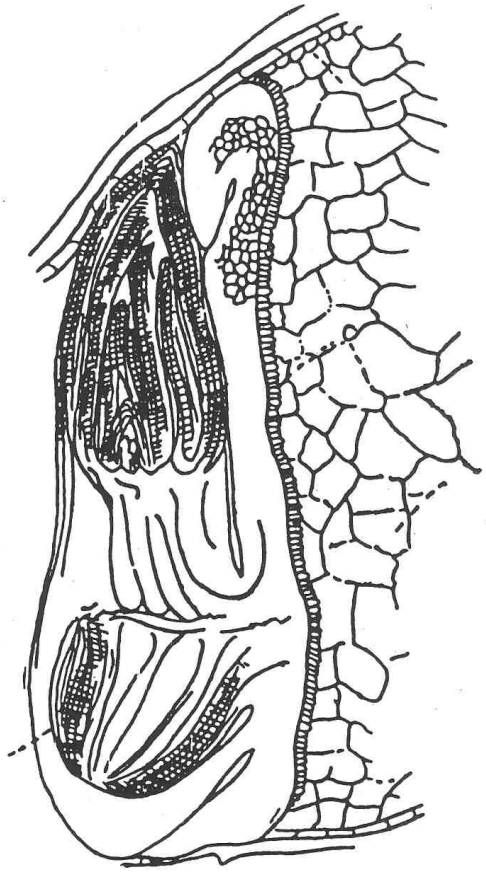

Рис. 2.7. Зародок сорго

У більшості сортів сорго оболонки зерна, пофарбовані в різні кольори, мають в своєму складі глюкозид та танін. Зерно, що містить танін має терпкий присмак і тому дещо гірше за кормовими якостями, також утруднюється процес переробки його на крохмаль і спирт. Однак в житті насіння танін грає важливу роль. Сорти й гібриди, які містять в насінні цей глюкозид, мають підвищену холодостійкість, і в несприятливих умовах при проростанні насіння він оберігає його від пліснявіння та псування.

Насіння сорго, особливо у пізньостиглих сортів, після збирання дає низьку схожість, оскільки в ньому проходить період післязбирального дозрівання. Через 30-45 днів схожість повністю відновлюється. Сорти, особливо ранньостиглі, відрізняються коротким періодом спокою або навіть відсутністю його і відразу після збирання проростають.

Інтенсивність проходження вегетаційного періоду і характер дозрівання зерна у сорго більшою мірою залежать від кліматичних умов вирощування та сортових особливостей. У роки з підвищеною кількістю

опадів і прохолодним літом, а також в більш північних районах вирощування вегетаційний період сорго подовжується і, навпаки, в посушливі роки в південних районах значно скорочується. Таке скорочення або подовження вегетаційного періоду може бути до 20-35 днів.

За вегетаційним періодом і дозріванням зерна сорти сорго поділяються на ранньостиглі – від 80 до 100 днів, середньостиглі – від 101 до 120 днів і пізньостиглі – від 121 до 140 днів. При дозріванні зерно сорго проходить такі фази стиглості: молочну, молочно-воскову, воскову та повну.

Ступінь стиглості зерна може бути визначений тільки по його консистенції і вологості. У зв'язку з тим, що стебла і листя сорго зберігають зелене забарвлення навіть тоді, коли зерно вже дозріло, визначити його стиглість за станом та зовнішнім виглядом стеблостою доволі важко. Однак у більшості сортів ніжка волоті у її основи в період дозрівання зерна з зеленого забарвлення переходить в світло-зелене або біле. Процес дозрівання в часі досить розтягнутий як у межах волоті, так і на рослині в цілому (особливо, в рунистих сортів).

Нерівномірність дозрівання на волоті зерен, взятих з різних її частин, обумовлює різну якість їх за схожістю й енергією проростання (рис. 2.8). Зерно сорго стійке до осипання і може довго перебувати у волоті на корені.

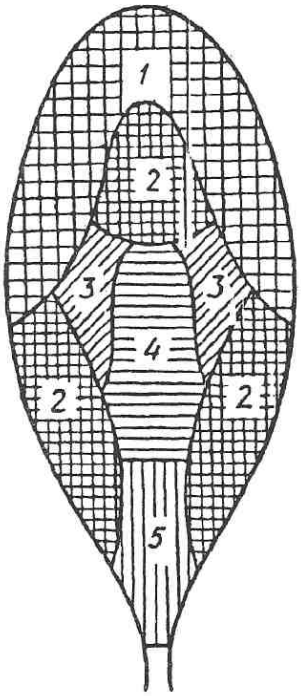

Рис. 2.8. Схема розподілу насіння у волоті з різною енергією проростання:
1 – 85-90%; 2 – 70-75%; 3 – 55-60%; 4 – 40-50%; 5 – 30-35%

Процес дозрівання проходить повільно і не одночасно у всіх зернах волоті, в тій послідовності, в якій цвітіння відбувалося зверху до низу. Воно швидше дозріває у верхній частині волоті та повільніше – в нижній.

Інтенсивніше зерно сорго дозріває на волоті, зверненої до сонячної сторони. У більшості сортів, залежно від погодних умов і видового складу, період від цвітіння до дозрівання становить 40-45 днів. Зернівка досягає максимуму сухої речовини тільки в повній стиглості, коли вологість його становить 25-30%. При такій вологості можна зерно прибирати комбайнами і консервувати в облицьованих траншеях.

2.2. ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

Культура сорго володіє пластичністю, через що легко пристосовується до ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Саме тому воно має широкий ареал поширення – від тропічних, пустельних і напівпустельних кліматичних зон до помірних і зволожених широт.

За походженням сорго – рослина тропічне, теплолюбна. Проте насіння його починає проростати при 10°С, однак оптимальна температура для проростання насіння, росту й розвитку рослин знаходиться в межах 25-30°С. Надмірно високі температури пригнічують сорго, особливо в період від сходів до кущіння, коли ще не сформувалася потужна коренева система. У другій половині вегетації високі температури воно переносить добре. У фазі викидання волоті температуру 40-45°С сорго переносить без негативних наслідків. Тому сорго і є жаро- й посухостійкою культурою.

Сорго чутливе до знижених температур і заморозків, особливо в фазу цвітіння, коли настає загибель рослин, а сходи гинуть при мінус 2-3°С.

Відношення сорго до низьких температур зумовлює строки його сівби. Сорго відноситься до пізніх ярих культур і висівається тоді, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 10 см досягає 14-16°С. В умовах півдня України і Північного Кавказу зазвичай такий строк термін відповідає першій половині травня.

Сівба сорго в непрогрітий ґрунт (7-8°С) призводить до пліснявіння насіння, зрідження сходів, викликає масовий розвиток бур’янів, що ускладнює догляд за посівами, істотно підвищує собівартість продукції та знижує врожайність. Про це свідчать дослідження, проведені на Генічеській дослідній станції (табл. 2.3).

Насіння плівчастих сортів сорго цукрового та віничного, а також зернових сортів, що містять глюкозид танін, більш стійке до несприятливих погодних умов, і його можна висівати на 2-3 дні раніше сорго зернового голозерного, що не містить в собі танін.

Тривалість вегетаційного періоду сорго залежить не тільки від температури, проте й від довжини світлового дня. Так, в Самарській області сходи з’являються в першій декаді червня при середньодобовій температурі 20-22°С і довжині дня 15 год.; в Ростовській області – в третій

декаді травня при середньодобовій температурі 18-20°С і довжині дня 14 год.; в Дагестані – наприкінці квітня при температурі 15-16°С і довжині дня 12 год. На півдні України сходи з'являються наприкінці другої декади травня при середньодобовій температурі 16-18°С і довжині дня 16 год.; в Узбекистані сходи з'являються в квітні при температурі 12-13°С.

Таблиця 2.3

Вплив строків сівби на появу сходів і урожайність зерна сорго сорту Кубанське червоне 1677 (за даними Генічеської дослідної станції)

Дата сівби	Тривалість появи сходів, днів	Термін від сівби до появи сходів, днів	Середня врожайність зерна, т/га
14-15 квітня	19-20	34-35	1,4
20-25 квітня	24-26	32-34	2,1
27-30 квітня	22-24	24-25	2,6
7-10 травня	20-22	11-13	2,7
15-20 травня	27-29	10-12	2,6

В середньому для повного дозрівання сорго необхідна сума позитивних температур за вегетаційний період в межах від 3000 до 3500°С залежно від сорту й умов вирощування. Найбільша потреба в теплі у сорго спостерігається у період від сходів до викидання волоті – 1400-1800°С, найменша – в період від сівби до сходів – 220-260°С (табл. 2.4).

Залежно від вегетаційного періоду для ранньостиглих сортів та гібридів необхідна сума температур повітря коливається в межах 2000-2400°С, для середньо- й пізньостиглих – 2800-3500°С. Встановлено, що існує пряма залежність між врожаєм сорго та сумою температур за вегетаційний період. З підвищенням суми температур на 100°С урожайність зростає до 1,0 т/га. Зі зростанням середньої температури за вегетаційний період спостерігається прискорення розвитку рослин, скорочуються міжфазні періоди від сівби до достигання й загальна сума температур.

Сорго – це типова рослина короткого дня. При короткому 9-10-годинному денному освітленні у ньому настільки швидко відбуваються життєві процеси розвитку, що навіть у пізньостиглих форм різко скорочується вегетаційний період і прискорюється викидання волоті, цвітіння і дозрівання на ній зерна. При природному 16-17-годинному денному освітленні пізньостиглі форми можуть взагалі не викинути волоті, а середньопізні сильно подовжують вегетаційний період.

Таблиця 2.4

Міжфазні періоди та сума температур у сорго в умовах півдня України і Північного Кавказу

Міжфазний період	Тривалість періодів, днів	Сума температур, °С
Сівба-сходи	10-15	220-260
Сходи-викидання волоті	55-80	1400-1800
Викидання волоті – повна стиглість	50-70	1100-1400
Сходи – повна стиглість	105-150	2500-3200
Сівба – повна стиглість	120-160	2720-3460

Встановлено, що у сорго існує 9 генотипів і 4 фенотипів. Причому фенотиповий ефект проявляється тоді, коли тривалість світлового дня перевищує 14 год. При короткому 9-10-годинному дні рослини всіх 9 генотипів дозрівають рано. Тому в умовах півдня нашої країни при довжині дня понад 16 год. період вегетації у більшості ліній, сортів та гібридів більше, ніж при 10-годинному дні, але не всі вони однаковою мірою реагують на фотоперіодизм.

Існують зразки (пізньостиглі), які сильно реагують на довжину дня, інші – слабко, а треті зовсім не реагують (табл. 2.5).

Таким чином, основною причиною нестабільності вегетації у багатьох ліній, сортів і гібридів є їх висока реакція на довжину дня, температуру та інші екологічні фактори середовища. Тому перед селекціонерами і генетиками стоїть завдання створити сорго з фотоперіодично-нейтральною реакцією. Це дозволить впроваджувати сорго в райони з невластивою для нього тривалістю світлового дня.

Таблиця 2.5

Вплив довжини дня на тривалість періоду «сходи – цвітіння»

Зразок	Довгий 16-годинний день	Короткий 10-годинний день	Ступінь фотоперіодичної реакції
Кормовий 74	95	57	–38
Степовий 5	69	50	–19
Кормовий 5	67	56	–11
Генічеський 11	66	50	–16
Низькорослий 81 С	69	60	–9
Кубанське червоне 1677	63	53	–10
ДН-69	76	72	–4
Сарваші	74	73	–1
Росинка	42	42	0
Віничне 149	60	60	0

Сорго набагато легше переносить повітряну та ґрунтову посухи, суховії та високі температури, ніж інші культури. Як тропічна рослина, сорго в процесі еволюції виробило велику пристосовність до нестачі вологи й економної її витрати. За ступенем посухостійкості і жаростійкості воно відноситься до числа унікальних рослин у зв'язку з особливою анатомічною і фізіологічною будовою. Ці властивості не можна порівняти ні з якими іншими сільськогосподарськими культурами.

Транспіраційний коефіцієнт у сорго порівняно з іншими культурами невеликий. Так, на формування одиниці сухої речовини сорго витрачає 300 частин води, суданська трава – 340, кукурудза – 388, пшениця – 515, ячмінь – 543, овес – 600, горох – 730, люцерна – 830, соняшник – 895, рицина – 1200. Не випадково за високу посухостійкість сорго в народі називають «верблюдом рослинного світу». Перші ознаки економної витрати води проявляються вже в період проростання. Так, кількість води для набухання насіння сорго становить тільки 35%, кукурудзи – 40, чумизи – 42, могари – 58, пшениці – 60, жита – 85, а гороху – 95% від власної ваги.

Дослідження анатомічної будови, біологічних і фізіологічних особливостей сорго показали його високу ксерофітність – воно легше переносить високі температури повітря, ніж інші рослини, тому менше випаровує і витрачає води на охолодження, більш продуктивно використовує наявний запас вологи. Високий ступінь посухостійкості сорго пов'язаний з потужністю та унікальною структурою кореневої системи, особливістю листкової поверхні, будовою продихового апарату й щільного епідермісу.

Характерною особливістю сорго є його здатність призупиняти свій ріст і розвиток у період з несприятливими погодними умовами, як би завмирати на певній час, залишаючись в анабіотичному стані до тих пір, поки не настануть сприятливі умови.

Посухостійкість сорго підвищується ще й тому, що в період високих температур, коли воно викидає волоті, на листках і стеблах виділяється білий воскоподібний наліт, що оберігає рослини від сильного перегріву і випаровування.

Рослини сорго споживають воду нерівномірно. Більшу її частину вони використовують у відносно короткий проміжок часу – 10 днів до початку викидання та 10 днів після цвітіння. Цей період зазвичай становить 25-30 днів, тобто 20-25% від усього вегетаційного періоду, а витрати вологи досягають 45-50% від загального водоспоживання (табл. 2.6).

Сорго протягом дня споживає до 95% загальної кількості води, що використовується за добу. Однак за мірою того як рослина закінчує формування надземних частин, споживання води вдень дещо зменшується. Під час цвітіння й скидання пилку, яке починається з 4-5 годин ранку,

кількість води, використаної вночі, дещо зростає порівняно з двома першими фазами росту сорго.

Незважаючи на високу посухостійкість, сорго сильно реагує на зрошення і забезпечує великий приріст урожаю. Так, в Інституті зрошуваного землеробства НААН України (м. Херсон) гібриди сорго зернового в неполивних умовах забезпечили урожайність зерна на рівні 2,7-3,0, а при трьох поливах – 8,3-9,0 т/га.

Таблиця 2.6

Споживання води та накопичення сухої речовини рослинами сорго у різні періоди вегетації

Міжфазний період	Використано води на сосуд		Накопичення сухої речовини	
	г	%	г	%
Сходи – кущення	915	10,4	13,3	8,0
Кущення – викидання волоті	1468	21,4	24,6	11,8
Викидання волоті – цвітіння	4482	65,2	26,5	111,2
Сходи – цвітіння	6865	100,0	64,4	131,0

Перевищення врожайності при зрошенні становило 5,6-6,0 т/га, або було в 3 рази більше, ніж у неполивних умовах. Про це ж свідчать дані державних сортоділянок, багатьох науково-дослідних установ та практика передових господарств. Це свідчить про велику перспективність підвищення врожайності сорго в умовах зрошення.

В США, де врожайність сорго найвища в світі, близько 20% усіх посівних площ його зрошується, врожайність при цьому 4,0, а на неполивних землях – 2,4 т/га, або на 65% нижче. А оскільки критичним періодом водоспоживання сорго є фаза викидання волоті, коли вода найбільш продуктивно витрачається рослинами, то полив доцільно проводити безпосередньо перед викиданням волоті. Встановлено, що при проведенні тільки одного вегетаційного поливу в фазі викидання волоті врожайність сорго зростає до 6,4 т/га. Запізнення з поливом в цю фазу викликає значне зниження врожаю. При повному забезпеченні у воді за рахунок декількох вегетаційних поливів врожайність зростає до 9,0-10,0 т/га та волога витрачається економно. Тому така властивість сорго дозволяє широко і ефективно вирощували його в неполивних умовах та при зрошенні.

До ґрунтів сорго невибагливе і може рости на родючих суглинках, легких піщаних і добре аерованих глинистих, але чистих від бур’янів ґрунтах. Крім того, володіючи потужною кореневою системою, воно може забезпечити добрі врожаї протягом ряду років на ґрунті, що став бідним і виснаженим для інших злаків. Сорго не переносить холодних та

заболочених ґрунтів, також погано росте на кислих. Низька вибагливість сорго до ґрунтів дозволяє використовувати його в якості першої культури при освоєнні еродованих схилів. Сорго, особливо цукрове, легко переносить близькість ґрунтових вод.

Значна перевага сорго – це його здатність рости на засолених і солонцюватих ґрунтах. Ця культура є рослиною, що витримує підвищену концентрацію ґрунтового розчину. На величезних територіях нашої країни, особливо в південній її частині, засоленість становить близько 10%, а в більшості районів Середньої Азії, Закавказзя, Казахстану, Росії та України – до 90% всіх зрошуваних площ. У степовій зоні України площа засолених земель перевищує 1 млн га. Величезні території солонцевих ґрунтів знаходяться на Північному Кавказі, на кизлярських пасовищах. Багатьма вченими вивчалося сорго на різних солонцевих грунтових ділянках і з різними культурами.

Як показали результати досліджень Дагестанського НДІСГ, в умовах Дагестану сорго є доброю меліоруючою культурою за сівби на солонцях і надійним засобом для боротьби із вторинним засоленням. Так, сортові культури не тільки забезпечують високі врожаї зерна і зеленої маси, а й виносять з ґрунту від 31 до 75 т/га солей, у тому числі шкідливих, таких, як хлориди і сульфати (табл. 2.7).

Затіненість ґрунту сорговими культурами з червня по вересень є надійним засобом боротьби із вторинним засоленням.

Соргові культури настільки солевитривалі, що, навіть, при поливі їх солоною водою з Каспію, урожайність зеленої маси при підтримці порога вологості ґрунту на рівні 90% НВ становила 52,7 т/га, тоді як без зрошення – тільки 4,0 т/га.

Таблиця 2.7

Продуктивність сортів і гібридів соргових культур і винос солей з кореневмісного шару ґрунту (до 100 см) порівняно з чистим ґрунтом

Сорт, гібрид	Середня врожайність, т/га	Вміст солей, т/га		Винос солей, т/га
		у день сівби	після сівби	
Сорго силосне і сорго-суданкові гібриди, зелена маса				
Ростовський 3	49,0	108,16	60,93	47,23
Ростовський 54	64,1	108,16	76,98	31,18
Маничський 3	57,2	127,30	55,44	71,86
Маничський 14	73,7	108,16	71,84	36,62
Сарваші	64,5	127,30	66,91	60,39
Сорго зернове				
Хазіне 3	2,9	127,30	52,36	74,94
Скоростигле 89	2,9	127,30	65,96	61,34

Проведеними дослідженнями на Генічеській дослідній станції на солестійкість різних сортів сорго зернового й цукрового лабораторним, вегетаційним та польовим методами встановлено, що найбільш солестійкими сортами виявилися: Низькоросла 81, Низькоросла 93, Жовтозерне 10, Силосне 3 і Цукрове раннє 556.

Результати дослідження показали, що у солестійких форм виявилися вищі: схожість, сила росту, а також маса сирої і абсолютно сухої речовин, порівняно зі слабко солестійкими формами.

Сорго позитивно реагує на поліпшення умов мінерального живлення, особливо на бідних ґрунтах. У літературі існувала думка про те, що сорго, володіючи потужною кореневою системою та високою її засвоювальною здатністю, практично не потребує внесення добрив, оскільки поживні речовини в необхідній кількості сорго спроможне видобувати з ґрунту. Це хибне уявлення призводило до того, що під цю культуру не вносилися в достатній кількості добрива. Однак, для розкриття його високих потенційних якостей необхідно застосовувати комплекс заходів, у тому числі й внесення порівняно високих доз NPK.

Найбільш дефіцитним елементом живлення для сорго є азот, який за рахунок використання природної родючості ґрунтів, задовольняє цю культуру тільки на 38,7%, фосфор – 53,2%, а калій – 93,7%. Найбільше споживання азоту рослинами сорго відзначається у фазі інтенсивного росту й формування генеративних органів, особливо за 10-15 днів до початку викидання волоті і 10-15 днів після цвітіння. Поглинання фосфору корінням починається з перших днів вегетації. До фази викидання рослини засвоюють 50% загальної кількості фосфору. Калій поглинається рослинами рівномірно протягом усього вегетаційного періоду.

Однак внесення надмірних доз азоту може призвести до небажаних наслідків – прояв нітратних і нітритних форм особливо у зеленій масі. Крім того, при високих дозах азотного живлення у сорго послаблюється посухостійкість, збільшується вегетаційний період, воно надмірно кущиться і галузиться, що є небажаним, особливо для сорго зернового.

Найбільше накопичення надземної маси та коренів буває в тих випадках, коли азот застосовується сумісно з фосфором і калієм. При цьому врожай зерна в неполивних умовах збільшується на 0,8-1,0, зеленої маси – на 9,0-10,0 т/га.

Позитивну дію на врожайність та якість сорго мають також мікроелементи, особливо молібден, кобальт, мідь і йод.

Цінною біологічною особливістю сорго як кормової культури є його здатність після скошування швидко відростати і вегетувати до пізньої осені, тоді як основна кормова культура кукурудза – дає тільки один укіс. Добре засвоюючи опади протягом усього теплого періоду, сорго при використанні на зелений корм і своєчасному скошуванні може формувати

два-три укоси (на зрошенні – до чотирьох), забезпечуючи найвищі врожаї рослинної маси.

Найбільш інтенсивно відростають після укосів сорти й гібриди сорго цукрового, особливо сорго-суданкові гібриди. Однак, інтенсивність відростання отави визначається багатьма факторами, найбільш важливі з яких: висота і строки скошування першого і наступних укосів, рівень агротехніки, погодні умови тощо. Відростання отави відбувається, головним чином, за рахунок розвитку бруньок, які перебувають у вузлах кущіння і в листових пазухах нижніх стеблових вузлів, де зосереджена найбільша кількість запасних поживних речовин. Найбільший вихід зеленої маси забезпечують соргові культури при скошуванні за 10-12 днів до викидання волоті. Скошена в такі строки зелена маса виходить ніжною, соковитою, насиченою багатьма поживними речовинами, в тому числі протеїном та каротином, і охочіше поїдається худобою. Скошена в більш пізні строки, вона стає грубою, погано перетравлюється, містить низький вміст протеїну і високий – клітковини.

Соргові культури мають три типи відростання: 1 – з вузла кущіння, 2 – з бруньок, 3 – з точок росту. Найбільші врожаї та найінтенсивніше відростання буває за висоти зрізу в межах 10-12 см від поверхні ґрунту.

2.3. ФАЗИ РОЗВИТКУ ТА ЕТАПИ ОРГАНОГЕНЕЗУ СОРГО

Органогенез – це формування органів рослин в їх ембріональному зародковому стані. Нормальний життєвий цикл сорго складається з ряду періодів, що характеризуються якісними змінами біохімічних реакцій фізіологічних функцій і органоутворювальних процесів.

У розвитку рослин сорго можна виділити два основних періоди:

I – формування вегетативних органів – коренів, стебел і листя;

II – утворення генеративних органів – суцвіть, квіток і насіння.

Період формування вегетативних органів сорго

Стадія 0. До того часу, коли на поверхні ґрунту з’явиться зародковий листок і розгорне листкову пластинку може пройти від 9 до 14 днів, залежно від зовнішніх факторів. Цей термін обумовлюється температурою ґрунту і повітря, вологості ґрунту, глибиною загортання насіння і енергією росту. Найбільш дружні сходи сорго спостерігаються при вологості ґрунту 65-75% НВ і середньодобовій температурі повітря на рівні 15-18°С.

У цей період ріст і розвиток рослин залежить від запасних поживних речовин у насінні. Холодні й вологі умови весни можуть привести до захворювань проростків (наприклад, фузаріоз або пліснявіння насіння), які серйозно шкодять посівам, тому насіння в обов’язковому порядку необхідно обробляти протруйниками.

Сівбу проводять широкорядно (від 45 до 70 см) звичайними просапними сівалками РПЛ, СУПН, так і сівалками прямого висіву – Кінзе, Джон Дір.

Бур'яни, особливо злакові, можуть знижувати врожайність сорго на 20-35% і більше. Досить ефективним для знищення сходів злакових бур'янів є досходове боронування посівів середніми або легкими зубовими боронами на 3-4 день після сівби. Рослини сорго перші 40-50 днів не можуть конкурувати з бур'янами, тому для контролю бур'янів слід застосовувати ґрунтові гербіциди.

Глибину і дату сівби вибирають залежно від весняних умов, однак не раніше настання середньодобових значень температур на рівні 12-14°С. Глибина загортання насіння залежно від зони вирощування повинна бути в межах 3-5 см.

При сівбі необхідно внести стартову дозу мінеральних добрив (наприклад, $N_{10}P_{10}$ або розрахункову).

Стадія 1. Стадія трьох листків. Листя починають фотосинтетичну діяльність, коли язичок листка видно без розривання рослини. Перший листок має заокруглену форму, яка часто втрачається в процесі росту рослини. Точка росту розміщується нижче поверхні ґрунту. Інтенсивність росту рослин залежить, головним чином, від температури. Ця стадія зазвичай триває 10-15 днів. У рослин сорго формуються головний и бічні пагони.

Повільний ріст рослин і незадовільний контроль чисельності бур'янів протягом першої стадії можуть призвести до значних втрат урожаю, тому необхідно застосовувати гербіциди. Найбільш ефективним є післясходове внесення.

Стадія 2. Ця стадія характеризується формуванням п'ятого листка й настає приблизно через три-чотири тижні після сходів. В кінці цієї стадії рослини сорго мають п'ять повністю розвинених листків. Коренева система розвивається дуже швидко (до 1,5 см на добу), з'являються вторинні (вузлові) корені. Під час цієї стадії формуються бічні пагони. Забезпеченість поживними речовинами та вологою в цей період, контроль за кількістю бур'янів і шкідників, визначає параметри потенціалу розвитку рослин у майбутньому та рівень урожайності.

Саме у цей період, коли надземна частина сорго росте досить повільно, необхідно максимально захистити посіви від бур'янів. Міжрядні культивації на стадії п'ятого листка (перша на глибину 5-6 см) і при появі сьомого листка (друга на глибину 6-8 см) зменшують засміченість міжрядь сорго. Дуже важливо не допустити помилки в застосуванні страхових гербіцидів, тому що це може знизити врожай. Гербіциди (наприклад, Банвел) необхідно застосовувати в стадії від третього до п'ятого листка. Застосування цих гербіцидів у більш пізні строки й перевищення

рекомендованих норм призведе до фітотоксичного ефекту. Внаслідок цього може відбутися сильне скручування стебла, шостий листок не зможе вийти з п'ятого, що призведе до розриву тканин.

Гербіцид Пік 75 більш м'яко діє на сорго навіть при застосуванні його в стадії сьомого листка, знищуючи майже всі види дводольних (однорічних і багаторічних бур'янів). Для досягнення найбільшої біологічної ефективності, особливо для боротьби з берізкою польовою та осотом, необхідно Пік 75 застосовувати разом з ПАР Сайд Кік. Особливо висока ефективність гербіциду Пік проявляється щодо падалиці соняшнику, причому знищується не лише та падалиця, сходи якої з'явилися під час обприскування, але і більш пізні сходи соняшнику, які створюють проблеми при збиранні сорго.

Стадія 3. Приблизно на 35-40 день після появи сходів сорго наростання верхньої частини рослини і точки росту змінюються, включаючи вегетативну (наростання площі листків) і репродуктивну (наростання суцвіття) форми. Майже сформована загальна кількість листків визначає потенційний розмір суцвіття. Залежно від класу стиглості гібрида або сорту може бути від 7 до 10 листків. Нижні три листа можуть бути втрачені без заподіяння шкоди для рослини. У цей період швидко зростає стебло, а фенологічною ознакою є поява другого стеблового вузла. Поглинання поживних речовин відбувається швидше, ніж в усі інші стадії розвитку. Період від сівби до 3 стадії – це зазвичай третина часу від сівби до повної стиглості.

Рослини сорго під час цієї стадії пригнічують бур'яни. Тому всі захисні дії повинні завершитися до початку цієї стадії. За умови збереження нормального стеблостою посіви сорго, починаючи від третьої стадії, справляють гнітючу дію на бур'яни до кінця вегетаційного періоду. Дуже важливо на цьому етапі забезпечити постачання води і поживних речовин (особливо азоту). Саме в цій стадії проводять підживлення і підгортання рослин.

Стадія 4. Ця стадія характеризується появою верхівкового листка. Швидке подовження стебла й інтенсивний розвиток листя проходять одночасно, поки верхівковий листок не з'явиться в розетці листя. Особливо збільшуються листки, які формуються після четвертого. В цей час з'являється до 80% усієї листкової поверхні. Листки набувають інтенсивного зеленого забарвлення, в результаті чого посилюється їх фотосинтетична активність. У перші дні своєї появи верхній листок може бути менш інтенсивно забарвлений (майже жовтим), а пізніше він набуває зеленого кольору. Ростові процеси та поглинання поживних речовин відбуваються у високому темпі. Волоть розвивається, проте ще не з'являється на поверхні. Нижні листки, до п'ятого включно, можуть засихати, тобто атрофуватися.

Ця стадія зазвичай проходить в кінці червня, тобто в період дозрівання ранніх колосових культур (ячмінь, пшениця). Вони стають менш привабливими для живлення попелиці, тому шкідники масово перелітають на посіви сорго. Попелиці можуть значною мірою пошкодити рослини сорго, проте вже через 10-15 днів, у період виходу волоті, листя сорго покривається восковим шаром, через який попелиці не можуть висмоктувати клітинний сік з листя, тому вони гинуть або мігрують на інші рослини.

Найбільш шкодочинна дія попелиць проявляється до фази п'ятого-сьомого листа. У цей час шкідники можуть призвести до повної загибелі рослин, тому пізні посіви сорго пошкоджуються сильніше ранніх і середніх. Для боротьби з попелицями можна використовувати різні інсектициди (наприклад, Карате Зеон та ін.). Оскільки попелиці знаходяться в середині розетки листків, необхідно звернути увагу на якість обприскування, по можливості використовувати наземний спосіб. Використання ПАР Сайд Кік сприяє кращому покриттю поверхні листків і проникненню робочого розчину всередину їх розетки. Дослідженнями доведена перевага використання комбінованого препарату Енжіо. Він поєднує контактну і системну дії, знищуючи шкідливих комах, які знаходяться по всій поверхні рослини, ховаючись в недоступних для робочого розчину місцях.

Стадія 5. Стадія обгортки. Сформована волоть пробивається через піхву верхівкового листка, що призводить до видимого розширення у верхній частині рослини. Ріст стебла повністю закінчується, крім останнього міжвузля – ніжки волоті. Подовження ніжки волоті починається і проявляється у відокремленні волоті від піхви верхівкового листка. Потенційний розмір головки вже визначився.

Швидкий ріст, розвиток і поглинання поживних речовин триває. Сильний стрес від недостатньої кількості вологи або пошкодження гербіцидом може затримувати відділення волоті від піхви верхівкового листа. Ніжка волоті в такому випадку буде укороченою, що небажано при збиранні врожаю.

Період формування генеративних органів сорго

Стадія 6. Цвітіння. Ніжка волоті зростає дуже швидко, виштовхуючи волоть через піхву верхівкового листка. На розкущених рослинах ніжка волоті однакова у головного і бічних стебел. Ріст рослин сорго майже припиняється, волоть розміщується прямо над листям. Фазу цвітіння відзначають, коли у половини рослин на полі починається цвітіння. Цвітіння волоті починається зверху вниз й триває від чотирьох до дев'яти днів.

Під час цвітіння в рослинах накопичується приблизно половина кількості загальної сухої речовини. Використовується азот, фосфор і калій

приблизно на 60, 70 і 80% від загальної кількості, відповідно.

У цей час починається формування зернівки. Агрозаходами неможливо відкоригувати висоту рослин, їх кількість, площу листкової поверхні. Однак, якщо умови навколишнього середовища сприятливі, рослини сорго можуть компенсувати недоліки в агротехніці співвідношенням маси зерна і волоті.

Стадія 7. У стадії молочної стиглості накопичується половина сухої маси зернівок. Маса стебла збільшується несуттєво після цвітіння, а потім через дуже швидке формування зерна стебло втрачає масу.

Урожай зерна залежить від швидкості накопичення в зерні сухих речовин та часу їх накопичення. Швидкість накопичення сухих речовин у гібридів (сортів) відрізняється несуттєво. Тобто у пізньостиглих форм, які дозріли до морозів і при цвітінні яких не було сильного температурного стресу, врожайність вище, ніж у ранньостиглих.

Стадія 8. Триває накопичення запасних поживних речовин в зернівці. Вміст зернівки набуває консистенції густого клейкого молока, в кінці стадії переходить в тістоподібний стан. На цій стадії накопичується 3/4 маси сухої зернівки. Стебло має найменшу масу. Поглинання поживних речовин майже припиняється. Нижні листки засихають.

Стадія 9. Повна стиглість. Час від цвітіння до повної стиглості відрізняється у гібридів (сортів) залежно від їх скоростиглості і умов навколишнього середовища. Значна частина листя зелена, вологість зернівок – близько 35% і з кожним днем зменшується. Однак, з огляду на високу гігроскопічність зернівок сорго, їх вологість істотно залежить від вологості повітря і температурного режиму.

Необхідно своєчасно прийняти рішення про збирання врожаю сорго і виконати його, за можливістю, в суху й теплу погоду. Для того, щоб знизити вологість та прискорити дозрівання зерна рекомендують застосовувати десиканти (наприклад, Реглон Супер) при вологості зерна 35%. Для поліпшення покриття листкової поверхні і всмоктування десиканта в паренхіму листа необхідно до робочого розчину додати ПАР Сайд Кік. Найбільш ефективним є застосування десикації у вересні-жовтні, коли спостерігається суха і тепла погода. При більш пізньому застосуванні десикації вологість зерна буде найбільшою мірою залежати від погодних умов, наприклад, в листопаді-жовтні вологість зерна не буде нижче, ніж 22-25%.

Обмолот зерна можна починати при вологості зерна 22% і нижче. Застосовують зернові комбайни із зерновими жатками або спеціальні жатки для збирання соняшнику. При збиранні прямим комбайнуванням, особливо при великій кількості зеленого листя, збирають тільки верхню частину рослин. Якщо вологість 18-22%, необхідно застосовувати активне досушування на сушильних пристроях установках та елеваторах. При 15-

18% – ворох після збирання потрібно швидко очистити від залишків і досушувати без активного вентилювання.

2.4. КЛАСИФІКАЦІЯ СОРГО

Сорго відноситься до родини Злакових (*Poaceae*), роду Соргових. Це – древня й широко розповсюджена на Земній Кулі культура. Сорго має велике еколого-географічне та сортове розмаїття. Ботаніками описано 63 види соргових рослин: 33 культурних і 30 диких однорічних і багаторічних видів, що вирощуються в тропічних, субтропічних і помірних широтах. З них виведено понад 3000 різних сортів сорго. Однак в світовому землеробстві до останнього часу не було єдиної науково обґрунтованої класифікації цього поліморфного роду. Пояснюється це великою кількістю проміжних форм.

Відомий радянський соргознавець Е.С. Якушевський, вивчав протягом 50 років світову колекцію соргових культур Всесоюзного НДІ рослинництва. Йому вдалося визначити їх велику географічну різноманітність і виявити нові властивості. Це дозволило йому переглянути раніше запропоновані класифікації і запропонувати більш природний принцип поділу роду на відокремлені види. Сорти і зразки кожного виду володіють своїми специфічними, тільки їм притаманними морфологічними ознаками та біологічними властивостями.

Прийнято вважати, що така систематика, яка, хоча і має недоліки, в еволюційно-філогенетичному відношенні є більш природною, а в практичному – більш зручною та зрозумілою для рослинників, генетиків і селекціонерів. В результаті досліджень всі вирощувані в різних країнах світу місцеві форми, колекційні зразки і селекційні сорти соргових культур Якушевський об’єднав у наступні види, підвиди та сортові групи, які поширені в певних еколого-географічних районах формоутворення: гвінейське, кафрське, негритянське, хлібне (з підвидами арабське, нубійське, ефіопське); китайське (з підгрупами гаолян звичайний і воскоподібний); цукрове (з підгрупами розлоге й стисле); віничне (з підгрупами східно-євразійське та західно-євразійське); суданська трава та сорго щедре. Він зазначає, що найбільш давніми видами сорго є гвінейське, кафрське, негритянське і хлібне, які мають окремий ареал поширення. До більш молодих в еволюційному плані видів відносяться сорго китайське, цукрове, віничне і суданська трава, яка недавно ввійшли в культуру.

За характером цвітіння і запліднення майже всі однорічні дикі й культурні види мають диплоїдний набір хромосом, зазвичай пристосовані до перехресного запилення вітром і порівняно легко схрещуються між собою. Однак ці ж види погано схрещуються з дикими однорічними і багаторічними видами сорго, у яких диплоїдний набір наполовину менше

(2n × 10) або більше (2n × 40).

Види сорго характеризуються наступним комплексом характерних ознак і властивостей.

1. Сорго зернове гвінейське (*S. guineense Stapf*., Jakuschev) володіє найбільшим сортовим розмаїттям в країнах Західної Екваторіальної Африки (Гамбія, Гвінея, Сенегал, Мавританія, Малі, Нігер, Сьєрра-Леоне, Буркіна-Фасо, Гана, Того, Нігерія, Камерун та інші), розташованих на південь від Сахари і прилеглих до Гвінейської затоки. Характеризується овально-довгастими, рихлорозкидними, до дозрівання одногривою волоттю, має широко розкриті колоскові луски. Зерно сильно відкрите, овальне, здатне при нагріванні розтріскуватися і давати харчове розлусне сорго. У країнах СНД недостатньо вивчений та використовувався в селекційній роботі. Цей вид сорго володіє відновлювальною здатністю. У колекції ВІР є пізньостиглі низькорослі форми його, на основі яких створена самозапильна лінія Гвінейський 175, що володіє високою комбінаційною цінністю.

2. Сорго зернове кафрське (*S. caffrorum Beauv*., Jakuschev) має найбільше сортове різноманіття в країнах Південної Африки (Ангола, ПАР, Замбія і інші). Характеризується рихлостиснутими, довгасто-циліндричною волоттю з напіввідкритим округло-овальним зерном, що легко вимолочується. Рослини з підвищеною холодостійкістю і високою вітростійкістю, високою облистяністю і стійкістю до пошкодження гусеницями стеблового метелика. Сорго кафрське – найбільш поширений вид в різних країнах світу, де в результаті гібридизації його з формами сорго хлібного селекціонерами виведено цілий ряд сортів сорго зернового: відновлювачі фертильності, закріплювачі стерильності.

3. Сорго зернове негритянське (*S. bantuorum Jakuschev*) володіє сортовим розмаїттям у країнах Центральної та Східної Екваторіальної Африки (Чад, Судан, Нігерія, Уганда, Кенія, Конго та інші). Характеризується різноманітним типом волоті. Це односторонньо опуклі з боку зародка, відкриті, округлі зернівки з пухкою і товстою насіннєвою оболонкою й внутрішнім пурпуровим шаром під нею. Форми та сорти цього виду відрізняються уповільненим ростом сходів, підвищеною вимогливістю до тепла в перші фази розвитку, високою стійкістю до сажкових хвороб і нижчою до бактеріозів, кореневих і стеблових гнилей. Всі форми і сорти – добрі відновники фертильності і при схрещуванні зі стерильними лініями дають високий ефект гетерозису по урожаю зерна та зеленої маси. У країнах СНД вирощують сорти цього виду: Хегарі раннє 85, Хегарі угорське, Кубанське +1438 і гібриди Степовий 5, Кубанський 10, Кубанський 50. У нашій країні сорго негритянське не отримало великого поширення.

4. Сорго зернове хлібне (*S. durra Forsk.*, Jakuschev) поширене

в країнах Північно-Східної Африки (АРЄ, Судан, Ефіопія, Сомалі), Близького і Середнього Сходу, в Аравії, Індії та Пакистані було важливою продовольчою і кормовою культурою. Характеризується зігнутою або пониклою, стислою, компактною і сильно опушеною волоттю. Зерно кулясте, широкоовальне, обернено-яйцеподібне, з добрими харчовими якостями. Рослини відрізняються високою стійкістю до повітряної і ґрунтової посухи, підвищеною вимогливістю до тепла, широкою амплітудою по скоростиглості, висоті, кущистості.

Сорго хлібне за формою і характером плодючих колосків, плівок і зерна розділяється на наступні підвиди:

а) сорго ефіопське (*S. durra ssp. aethiopicum* Jakuschev). Характеризується обернено-яйцеподібними і сильно загостреними до основи колосками. Зерно двоопукле та яйцевидне, з щільно прилягаючою поперечно-зморшкуватою плівкою, верхня половина якої паперововидна, а нижня – грубошкіряна. До цього підвиду відносять більшість місцевих середньоазіатських сортів сорго – джугари.

б) сорго нубійське (*S. durra ssp. nubicum* Jakuschev). Характеризується наявністю обернено-яйцеподібних колосків, зерно клиновидне, плівки гладкі, грубошкіряні;

в) сорго арабське (*S. durra ssp. arabicum* Jakuschev). Характеризується ширококулястими, еліпсоподібними колосками, округлою та стислою зернівкою, іноді сплюсненою або односторонньо опуклою з боку рубчика, з гладенькими і тонкими плівками. До нього відносяться сорти: Українське 107, Карликова джугара 185 та інші.

5. Сорго зернове китайське (*S. chinense* Jakuschev) або гаолян, володіє великим сортовим розмаїттям в країнах Східної Азії (Корейський півострів, Китай, Японія та інші). Характеризується відносною скоростиглістю і зниженою вимогливістю до тепла, неоднаковою консистенцією плівок і відсутністю опушення на них, жовтуватим або червонувато-бурим забарвленням зерна і наявністю в його насіннєвих оболонках таніну, який надає йому гіркуватий смак. Цей вид рослин не має диких родичів, його формоутворення проходило під впливом екологічних умов і перезапилення випадково інтродукованих африканських і індійських форм хлібного та сорго негритянського.

За характером ендосперму зернівки діляться на дві підгрупи:

а) гаолян звичайний (*S. chinense convar communis* Jakuschev) має зернівку склоподібної і борошнистої консистенції, що містить крохмаль. Це дає в розчині йодистого калію типове синє забарвлення. Представники – сорти Гаолян 272 і Карликовий гаолян 1418;

б) гаолян воскоподібний (*S. chinense convar, glutinosum* Jakuschev) має зернівку матово-білої або восковидної консистенції, містить крохмаль, що дає в розчині йодистого калію фіолетово-червоне забарвлення.

Форми і сорти містять крохмаль, який представляє цінність в харчовому і технічному відношеннях, проте вони не поширені в нашій зоні.

6. Сорго цукрове (*Sorghum saccuratum* Jakuschev) характеризується соковитою і солодкою серцевиною стебел рослин, в зв'язку з цим його можна вирощувати не тільки на корм, а й для технічних цілей (для виробництва цукру, патоки, меду, спирту). Центральні жилки листків зеленого або сіро-зеленого кольору. Рослини мають істотну висоту (понад 175-300 см) і підвищу кущистість, соковиту й солодку серцевину стебла. Вирощують його на зелений корм і силос. Родина сорго цукрового – деякі країни Південної і Центральної Африки, де до сих пір ростуть дикі форми цього виду. Його сорти, що володіють чітко відокремленою еколого-географічною локалізацією, можна розділити за щільністю волоті на дві підгрупи:

а) ефузум або сорго розлогих сортів, включає форми й сорти з розлогою волоттю, помітно пониклими гілками, остистими та безостими колосками, здебільшого, плівчастими зернівками, які важко вимолочуються. До цієї підгрупи відносять сорти: Силосний 3, Зерноградський 3, Камишинський 7, Саратовське розлоге, Янтар ранній 161, Янтар ранній дніпропетровський, Кінельський 3 та інші. Серед них є повні закріплювачі (Кубанський бурштин, Чорний бурштин 25 та інші), напіввідновники та повні відновники (Бурштин китайський 813, Червоний бурштин тощо);

б) контрактум або сорго щільних сортів, включає форми й сорти із стиснутими та овально-довгастими прямостоячою волоттю. Колоски плодоносні, безості, напівплівчасті з зерном, яке легко вимолочується. Представники цієї підгрупи – сорти Помаранчеве 160, Помаранчеве 450 – закріплювачі стерильності.

7. Сорго віничне або технічне (*Sorghum technikus sonvar*, *occidentocuresicum* Jakuschev) характеризується сухою серцевиною стебел зазвичай довжиною 40-70 см, має безстрижневу волоть. Зернівка плівчаста й важко вимолочується. Рослини мають швидкі темпи росту й розвитку, знижену вимогливість до тепла та легку пристосованість до різноманітних умов вирощування. Сорго віничне не використовують на кормові цілі: воно призначене для виготовлення віників та мітел. При схрещуванні з іншими видами воно дає високорослі і потужні гібриди.

Виділено дві підгрупи:

а) східно-євразійська, об'єднує форми з гнучкими і пониклими гілками волоті, неопушеними колосками. Вирощується в північно-східному Китаї;

б) західно-євразійська, об'єднує форми з досить пружними та слабко пониклими гілками волоті, опушеними колосками, особливо на їх кінцях. Цю підгрупу сорго віничного вирощують у Середній Азії, Північній Африці, Південній Європі та Північній Америці.

8. Сорго трав'янисте (*Sorghum sudanense* Jakuschev). Велика група, що включає ряд однорічних і багаторічних видів, з яких культивується поки два види:

а) суданська трава вперше виявлена в Судані й увійшла в культуру лише в 1909 р. В теперішній час широко розповсюджена і є важливою кормовою культурою в багатьох країнах північної півкулі (країни СНД, США та ряд країн Південної Європи). Існуючі форми та сорти розрізняються за скоростиглістю, швидкістю росту, кущистістю та забарвленням насіння. Вони при дозріванні обсипаються через обламування плодоносних колосків і гілочок. До цього виду відносять сорти Чорноморка, Одеська 25, Багатоукісний та інші.

б) сорго щедре – другий вид сорго трав'янистого, який почали вирощувати в останні роки. Він володіє короткими, скупчено розташованими кореневищами. У соматичних клітинах 40 хромосом. Цей вид отриманий в Південній Індії гібридизацією сорго гвінейського з багаторічним – гумаєм. За зовнішнім виглядом близький до суданської трави, проте відрізняється пізньостиглістю, потужністю рослин, стійкістю до бактеріозів та вилягання.

2.5. ГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ СОРГО

Залежно від цілей господарського використання всі соргові культури діляться на чотири групи, кожна з яких має свої морфологічні ознаки та біологічні властивості, напрямок у використанні, свою технологію вирощування і збирання. Кожна група може не тільки забезпечити кормами всі види тварин, але й використовуватися як технічна культура (сорго віничне) в легкій, харчовій, крохмале-патоковій (зернове, цукрове), комбікормовій, круп'яній (зернове), хімічній (сорго цукрове) промисловості, а також для інших цілей.

1. Сорго зернове характеризується порівняно короткою, прямою, добре озерненою волоттю (до 35 см у довжину), короткими міжвузлями й низькою висотою стебла (від 85 до 150 см), малою кущистістю, має голе зерно, яке при обмолоті легко відділяється від колоскових плівок; має суху, напівсуху або соковиту серцевину стебла. Зерно має високі поживні якості. Вирощують сорго зернове, в основному, для отримання фуражного зерна, крупи, монокормів та гранул, в суміші з соєю, для отримання збалансованого по білку напівконцентрованого корму. При збиранні на зерно, при високому зрізі лише однієї волоті, листостеблова маса використовується для закладки пізнього силосу.

2. Сорго цукрове характеризується подовженими міжвузлями і високорослістю (до 2,5-3 м). Рослина добре кущиться, стебла відрізняються великою соковитістю і цукристістю (до 18-20%), зовні матово-зеленого

кольору. Зерно плівчасте, важко відділяється від плівки. Довжина волоті приблизно така ж, що і у сорго зернового (до 35 см). До групи цукрових сортів відноситься підгрупа сорго подвійного використання з такими ж ознаками, проте з голим зерном, яке легко вимолочується. Його вирощують, в основному, для отримання зеленої маси і силосу, монокорму, солодких гранул та трав'яного борошна, цукру, патоки і етанолу. Воно легко силосується в чистому вигляді й у суміші з кукурудзою та іншими культурами, а також в суміші з пшеничною та ячмінною соломою.

3. Сорго трав'янисте (суданська трава та сорго-суданкові гібриди) має суттєву здатність до кущіння (до 12-17 стебел на одну рослину), володіє високим рівнем розгалуження стебел і порівняно великою облистяністю рослин, має високе (до 2-2,5 м) і тонке стебло з порівняно вузьким листям. Волоті розлогі, подовжені, зерно плівчасте, довгасте. Серцевина стебла суха, напівсуха й соковита. Використовується для отримання сіна, сінажу, зеленого корму, гранул та трав'янистого борошна.

4. Сорго віничне різко відрізняється від попередніх груп та характеризується сухою білою серцевиною, відсутністю стержня, довгою (до 40-60 см) волоттю з тонкими й еластично-гнучкими гілками. У більшості сортів волоть прямостояча або з проникненням лише в один бік. Рослини низькорослі (до 160 см) та високі (до 2,8 м). Основна озерненість переважно по кінцях гілок, зерно плівчасте й важко вимолочується. Використовується як технічна культура для отримання матів, мітел, віників, щіток тощо, а зерно – на фураж. З одного гектара такого сорго можна отримати 4-5 тис. віників.

ОЗДІЛ 3
ІНТЕНСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО

Соргові культури вирощуються в районах недостатнього зволоження, володіють посухостійкістю, високою продуктивністю і універсальністю використання. Однак у початковий період свого росту й розвитку (сходи, кущіння) ця культура вимагає підвищеного вмісту вологи у верхніх шарах ґрунту. Тому одним з основних завдань є боротьба за накопичення, збереження та економну витрату вологи. Комплекс агротехнічних заходів, пов'язаних з вирощуванням сорго, залежить від біологічних особливостей культури, ґрунтово-кліматичних умов, сортового різноманіття, призначення посівів та інших факторів. Повільний стартовий ріст надземної частини рослини протягом 35-40 днів, починаючи від сходів, визначає сорго як культуру, яка потребує чистоти поля, що в свою чергу підвищує вимоги до допосівної обробки ґрунту і вказує на необхідність застосування гербіцидів. На початку свого розвитку сорго мало витрачає вологи і поживних елементів і тільки починаючи з періоду інтенсивного зростання (перша половина липня), потреба в них різко зростає. Отже, в технології вирощування необхідно передбачати максимальне збереження вологи та поживних речовин до цього періоду розвитку. Максимальне споживання їх у сорго спостерігається у міжфазний період від фази викидання волоті й до наливу зерна.

Одним з найважливіших напрямків у сучасному кормовиробництві, що дозволяє підвищити продуктивність, є розробка і впровадження інтенсивної технології вирощування соргових культур, яка виключає застосування ручної праці при одночасному підвищенні виходу продукції з одиниці площі. Сорго володіє високим рівнем екологічної пластичності й великими потенційними можливостями, тому при належному догляді може забезпечувати високі врожаї зеленої маси та зерна. У зв'язку з цим слід спланувати комплекс агротехнічних заходів, включно з вибором ділянки, основний і передпосівний обробіток ґрунту, застосування добрив і гербіцидів, підбір сортів та гібридів, підготовку насіння, необхідно визначати оптимальні строки, способи і норми сівби, проводити догляд за посівами, виконувати заходи боротьби з бур'янами, дотримуватись строків та способів збирання врожаю.

3.1. МІСЦЕ В СІВОЗМІНІ

В системі агротехнічних заходів вирощування сорго вибір попередників має важливе значення, оскільки на їх основі визначається

ступінь родючості ґрунту, його водний і поживний запас.

Сорго можна висівати після будь-яких культур польової сівозміни, але на полях чистих від бур'янів. Бажаними попередниками для нього є ті, після яких поля бувають не засміченими і з великим запасом невикористаної вологи. Це ранньостиглі культури. Після їх збирання шляхом обробки ґрунту можна накопичити вологу та позбутися від бур'янів. Кращими попередниками вважаються озимі: пшениця, ячмінь і ріпак.

Якщо вирішувати питання про місце сорго в сівозміні, то необхідно виходити з того, що сорго зернове має схожість з кукурудзою, і воно повинно зайняти місце поряд з нею в польовій сівозміні. Те саме можна сказати і про сорго цукрове в чистих посівах і в суміші з кукурудзою, які будуть використані на силос. Сорти ж сорго цукрового, сорго-суданкові гібриди та суданську траву, що забираються з багаторазовим скошуванням (2-3 укоси) на зелений корм, сінаж і сіно до глибокої осені та незмінні посіви доцільно розміщувати в кормовій сівозміні.

При вивченні попередників під сорго необхідно виходити з того, що вони значною мірою характеризуються здатністю залишати після себе в ґрунті певну кількість поживних речовин. По-різному попередники впливають на ріст сорго, розвиток листкової поверхні, кущистість, а звідси і загальний урожай.

В умовах степової частини України найбільш високі врожаї зерна, зеленої і абсолютно сухої маси сорго отримані після гороху, ячменю та озимої пшениці; менше після соняшнику, буряка кормової та суданської трави. Найбільший вміст азоту, фосфору й калію до періоду сівби сорго накопичується після гороху (відповідно, 14,2, 123,5 і 111,5 мг на 1 кг абсолютно сухого ґрунту) та озимої пшениці (14,8, 127,9 і 96,9 мг). Після інших попередників відмінності вмісту їх незначні.

Можна вважати, що кукурудза на зерно й силос, також є задовільним попередником для сорго. Вона в достатній кількості залишає після себе вологу і поживні речовини, що позитивно позначається на рості й розвитку сорго.

Сорго цукрове в умовах Північного Кавказу після різних попередників сформувало близькі за величиною врожаї зеленої маси, сухої речовини та вихід кормових одиниць з одного гектара.

В умовах АР Крим та в інших південних областях України найкращим попередником для соргових культур є озимий ріпак, який широко використовується у виробництві як ранньостигла культура. Тому врожай зеленої маси сорго після ріпаку виявився найбільш високим.

При вивченні впливу різних попередників в умовах чорноземів карбонатних Ростовської області на врожайність різних сортів і гібридів сорго зернового встановлено, що вона залежить від того, скільки попередник залишає після себе вологи й поживних речовин. Кращими

попередниками для сорго зернового є: пшениця озима, горох, а також кукурудза, яку збирають на силос.

На попередник значною мірою реагували різні сорти. Більш інтенсивні дали на всіх попередниках високий урожай зерна. Але найбільш високий збір зерна забезпечують нові гібриди, що проявляють високий ступінь гетерозису.

Про те, що сортові культури дають високі врожаї після зазначених вище попередників, підтверджує численна практика на великих площах. Так, у Баштанському районі Миколаївської області та Новотроїцькому районі Херсонської області високі врожаї були отримані по озимій пшениці та зернобобовим. Вони були менш засмічені, ніж після інших культур. У Дніпропетровській області сорго після озимої пшениці отримують по 2,6-2,7, а після кукурудзи в повній стиглості – 1,9 т/га.

В агрофірмі «Краснодарський» Сакського району АР Крим урожайність зерна гібрида Зерноград 8 отримано по попереднику ячмінь озимий 3,6, по кукурудзі на силос – 3,1 т/га. Агрофірма «Батьківщина» Роздольненського району АР Крим по попереднику озима пшениця отримано врожайність кондиційного насіння сорго на рівні 2,6 т/га, а по ярому ячменю – 2,5 т/га. Отже, для сорго добрими попередниками є озимі та ярі зернові культури.

У сільськогосподарській практиці утвердилася думка, що сорго є поганим попередником під інші культури. До недоліків сорго як попередника відносять велику кількість пожнивних залишків через неправильну підготовку ґрунту після його збирання, ускладнений передпосівний обробіток, сівбу й догляд за посівами сільськогосподарських культур. Щоб позбутися від пожнивних залишків сорго, необхідно на зібраному полі в поздовжньо-поперечному напрямку провести дискування бороною БДТ-7 або БДТ-3 на глибину 12-14 см з метою подрібнення стебел і коренів та подальшим загортанням їх в ґрунт плугом з передплужником на глибину 25-27 см.

Найкращим способом вирішує цю проблему фрезування ґрунту фрезою, яка забезпечує кришення, ретельне подрібнення рослин сорго та ґрунту, перемішування і розпушування орного шару.

Зіставляючи запаси доступної для рослин вологи в метровому шарі ґрунту відзначено, що після сорго зернового вони склали 130,1-147,6 мм, після сорго цукрового – 140,9-156,7, після озимих – 145,5-169,5 мм. Вміст азоту в орному шарі ґрунту після сорго зернового перед сівбою основних польових культур становив 13,6-13,7, фосфору – 99,7-103,0, калію – 84,4-96,7 мг/кг від абсолютно сухого ґрунту, а після пшениці озимої, відповідно, 90,1-108 мг/кг. Запаси вологи в метровому шарі ґрунту після збирання кукурудзи дорівнювали 55, а після сорго – 54,9 мм.

Зазначені вище дослідження показують, що при належному догляді

культура сорго є таким самим попередником під основні польові культури, як і кукурудза.

Дослідження, що були проведені на Генічеській дослідній станції, показали, що врожай зерна пшениці озимої та ячменю ярого після сорго й кукурудзи, які вирощували на силос, були практично однаковими, але по сумарному виходу кормових одиниць ланка «ячмінь-сорго» значно (на 1,4 1,6 т/га) перевищує ланку «ячмінь-кукурудза».

Численні дослідження підтверджують, що сорго є таким же попередником, як і кукурудза. Це залежить від того, яким способом, для яких цілей і які сорти використовувалися.

Після сорго, як і після кукурудзи, вирощуваних широкорядним способом, формують високу врожайність усі ярі. Це пояснюється тим, що потужно розвинена коренева система сорго, розпушуючи ґрунт на велику глибину, робить її добре проникною для вологи, тепла і повітря.

При вирощуванні сорго у виробничих умовах на великих площах підтверджуються результати наукових установ. Так, на темно-каштанових ґрунтах Хасав'юртовського дослідного господарства Дагестану врожайність пшениці озимої склала після кукурудзи – 2,3 т/га, після соняшнику – 2,1, після сорго – 2,3 т/га. У господарствах Ставропілля на засолених ґрунтах пшениці озимої отримано після сорго на 0,2 т/га більше, ніж по кукурудзі на силос.

В умовах Узбекистану сорго (джугара) з успіхом використовується як добрий попередник під різні культури. Джугара – найкращий попередник для бавовнику на сильно засолених землях. Урожайність бавовни-сирцю після сорго формується на 0,4 т/га вище, ніж після попередників бавовнику й буряка цукрового.

Завдяки потужній кореневій системі сорго краще інших культур виростає на легких піщаних, важких глинистих та інших малородючих ґрунтах. Внесення добрив, особливо азотних, сприяє різкому підвищенню врожайності зерна та листостеблової маси.

У Песчанокінському районі Ростовської області де в господарствах щорічно висівають сорго на площі 1400-1500 га було встановлено, що існує помилкова думка про сорго, як про культуру, яка знижує родючість ґрунту. Практика виявила зворотне явище. Так, з 56 га, зайнятих по попереднику сорго, отримано по 2,4 т/га насіння соняшнику. Це найвища врожайність у дослідах.

На дослідному полі Кримського аграрного університету урожайність пшениці озимої після чистого пара склала 4,6 т/га, після сорго зернового – 4,1, після вико-пшеничної суміші – 4,2 т/га.

Таким чином, сорго зернове при належному догляді, особливо ранньостиглі сорти – добрий попередник для озимих. Після середньостиглих і пізньостиглих сортів сорго зернового доцільно сіяти всі ярі культури.

При суцільній сівбі на зелений корм і сіно в системі зеленого конвеєра сорго цукрове й сорго-суданкові гібриди, подібно суданській траві, є поганими попередниками. Після тривалого перебування їх в полі (з весни до осені) і високих врожаїв зеленої маси за два-три укоси, при яких рослини споживають велику кількість води та мінеральних речовин, такі посіви доцільно відводити під пар або кормові культури.

Посіви сортових культур на сінаж, зелений корм і сіно найкраще розміщувати в кормових та прифермерських сівозмінах.

Сорго можна використовувати і як парозаймаючу культуру. На Генічеській дослідній станції урожайність пшениці озимої після пару, зайнятого кукурудзою на зелений корм, в середньому за три роки склала 3,2 т/га, а після сорго на зелений корм – дещо зменшилася до 3,1 т/га. Не слід висівати сорго зернове після суданської трави, насінників трав і соняшника.

Багатьма дослідженнями впродовж була виявлена важлива біологічна властивість у сорго – воно добре переносить незмінні посіви протягом багатьох років без зниження врожайності. Таке явище слід використовувати при розміщенні соргових культур на постійних ділянках для зеленого корму, випасання, сіна і сінажу, особливо в кормових сівозмінах. Це має велике наукове, теоретичне і практичне значення. Сорго в беззмінних посівах при виконанні всіх елементів технології вирощування, своєчасному проведенні польових робіт, щорічному внесенні розрахункових доз органічних і мінеральних добрив, а також гербіцидів, особливо триазинової групи, може формувати щорічно високі й стабільні врожаї.

Впровадження беззмінних посівів сорго має певні переваги порівняно з вирощуванням в сівозміні. Це, перш за все, стосується розміщення посівів соргових культур на схилах, еродованих і засолених землях, які часто зустрічаються на півдні України, де інші культури різко знижують продуктивність.

Дані НДІ кукурудзи показують, що незмінні посіви сорго протягом 11 років при щорічному внесенні під оранку 10 т/га гною і 100 кг/га азотно-фосфорного добрива при сівбі не відмічено негативно впливу на величину врожаю зерна. Так, урожайність зерна сорго при беззмінній культурі без внесення добрив становила 2,3 т/га, при внесенні зазначених вище добрив беззмінно – 2,7, а в ланці сівозміни – 2,5 т/га. При вивченні щільності, структурного складу й агрохімічних властивостей ґрунту відзначено, що ущільнення ґрунту максимальна на ділянках, де сорго розміщують в ланці сівозміни за глибиною 1, 3, 5 і 7 см. Так, в ланці сівозміни вона склала, відповідно, 1,2; 5,5; 8,7; 10,6 кг/см^2, а в беззмінних посівах – 0,6; 3,2; 8,1; 9,3 кг/см^2. Однак ці відмінності спостерігаються тільки до глибини 7-8 см, потім вони згладжуються. Вміст основних елементів живлення в орному шарі ґрунту: в ланці сівозміни кількість азоту й фосфору дещо більше,

ніж на беззмінних посівах, а запаси калію навпаки більші. За кількісними ознаками, зокрема висота та кущистість, на беззмінних посівах стан рослин краще.

Проведені дослідження в Молдові показують, що вирощування сорго цукрового протягом шести років беззмінно не призвело до зниження врожаїв. У перший рік урожайність зеленої маси склала 33,3 т/га, на шостий – 33,2 т/га.

Багаторічна практика показує, що сорго не дає такого високого врожаю, який закладений в його потенціалі. Це пов'язано з тим, що воно висівається по випадковим, засміченим, гіршим попередникам. Для сорго в більшості господарств не знайшлося місця на полях польових сівозмін. Коли ж сорго буде введено в систему сівозмін, коли воно знайде місце в схемі чергування культур, воно повністю розкриє свої потенційні можливості та буде формувати високі врожаї. Тому залежно від типу й виду сівозмін стосовно ґрунтово-кліматичних умов для господарств півдня України можна використовувати вищерозглянуті схеми чергування з включенням торгових культур.

3.2. ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ

В якості основної обробки пропонується проводити глибоку зяблеву оранку залежно від потужності орного шару на глибину від 25 до 30 см. Слід зазначити, що традиційна система підготовки ґрунту під сорго цілком виправдовує себе.

У Краснодарському краї і Ростовській області РФ глибока оранка під сорго створює кращі умови для розвитку кореневої системи. У Волгоградській області кращі результати дає оранка на глибину 25-30 см, а строки основного обробітку ґрунту суттєво не впливають на збір зеленої маси сорго. На Ставропіллі поглиблення оранки з 22 до 30 см незначно підвищує врожайність сорго. У більшості районів Кримської області в зв'язку з поверхневим заляганням кам'янистих ґрунтів і невеликим орним горизонтом високі врожаї дає сорго при оранці на глибину 20-22 см.

Всі заходи, що проводяться на полях, призначених під сорго, повинні бути спрямовані на знищення бур'янів, накопичення вологи і вирівнювання грунту. Найбільш поширеною системою обробітку ґрунту під сорго є ранній зяблевий обробіток, який передбачає проведення оранки рано навесні для знищення бур'янів і падалиці, вирівнювання ґрунту для того, щоб навесні до сівби сорго на підготовленому ґрунті зберегти у верхніх шарах достатню кількість вологи.

У багатьох господарствах країни сорго сіють головним чином по колосових, рідше – по просапних культурах. Тому найкращий обробіток

ґрунту після колосових зернових культур – напівпаровий. Після збирання попередника поле орють, вирівнюють, ущільнюють і до глибокої осені вирощують за типом чистого пару.

Напівпаровий обробіток ґрунту складається з декількох етапів.

Перший етап – пожнивне лущення одночасно зі збиранням колосового попередника або слідом за ним. Глибину обробки визначають засміченістю ґрунту. На полях, чистих від бур'янів або засмічених однорічними бур'янами, пожнивне лущення проводять дисковими знаряддями на глибину 6-8 см. Якщо на полі є багаторічні або дворічні бур'яни – лемішними лущильниками без відвалів на глибину 10-12 см.

Другий етап – оранка з передплужниками. Проводять її не допускаючи переростання бур'янів, на глибину 25-27 см з боронуванням або коткуванням в агрегаті. При значній глибині ріллю після дощу знову боронують. Зяблевий обробіток ґрунту добре зберігає вологу, крім того, в орному шарі створюються умови, сприятливі для проростання насіння бур'янів, винесених з глибоких шарів ґрунту.

Третій етап – догляд за зябом. Він приблизно такий же, як за чистим паром: культивація і вирівнювання після появи бур'янів і падалиці озимих, боронування після дощів. При напівпаровій обробці використовують комбінований орний агрегат. Оранка з вирівнюванням і прикочуванням дає обробку гарної якості. При цьому витрата пального скорочується на 8-27%, а прямі витрати на 13-35% порівняно з роздільним проведенням таких операцій.

На ділянках, засмічених коренепаростковими та кореневищними бур'янами, чергування обробок напівпару інший. При появі після лущення на глибину 6-8 см розеток бур'янів ґрунт повторно лущать лемішними лущильниками на глибину 10-12 см з одночасним боронуванням. При новій появі бур'янів застосовують глибоку оранку (25-27 см). Такий обробіток виснажує бур'яни, тому їх гине в 2-3 рази більше, ніж при звичайній зяблевій обробці.

У районах прояву вітрової ерозії доцільне проведення лущення ґрунту після збирання попередника, в подальшому за мірою появи бур'янів застосовують ще одне-два лущення і зяблеву оранку за один-два тижні до настання стійкого похолодання.

Пізню оранку проводять тоді, коли поле істотно засмічене коренепаростковими або кореневищними бур'янами (осот, гірчак, молочай, берізка), після одного дискового на глибину 8-10 см і одного лемішного лущення на глибину 12-14 см. У період появи розеток бур'янів, у середині вересня, проводять обприскування гербіцидом 2,4 Д з розрахунку 0,8-1,2 л/га, потім через 10-12 днів – глибоку зяблеву оранку (25-27 см) в агрегаті з катком. В середині жовтня проводять глибоку культивацію зябу КПЕ-3,8 в агрегаті зі шлейфами з метою вирівнювання ґрунту, знищення бур'янів

і падалиці озимих.

Зазначений вище спосіб пізньої оранки на зяб є запасним. Його можна застосовувати тоді, коли спостерігається посушлива осінь і відсутні такі високоефективні гербіциди, як Раундап або аналоги. Якщо господарство придбало Раундап, підготовка проводиться наступним чином: лущення (на глибину 8-10 см) проводиться відразу за збиранням попередника. За мірою відростання бур'янів мінімум до стадії розетки проводиться обробка гербіцидом в дозі 4-5 кг/га з витратою робочої рідини 200-300 л/га; через 21-25 днів – оранка на глибину 25-27 см в агрегаті з катком. Для вирівнювання зябу досить провести восени (після випадання опадів) глибоку культивацію КПЕ-3,8 в агрегаті зі шлейфами. Така підготовка ґрунту гарантує загибель 85-100% кореневищних і коренепаросткових бур'янів і 100% однорічних, які зійшли.

Раундап володіє сильною фітотоксичною дією. Потрапляючи на листя і стебла бур'янів, цей гербіцид переноситься разом з пластичними речовинами в кореневу систему і поступово руйнує її на глибину 60-80 см.

Для районів з можливим проявом вітрової та водної ерозії головною особливістю основного обробітку ґрунту є збереження стерні (безполицевий обробіток ґрунту). Це дозволить знизити згубний вплив ерозії, особливо вітрової, шкода від якої в окремі роки буває значною. В іншому основний обробіток ґрунту нічим не відрізняється від викладеного вище.

При розміщенні сорго на схилах слід передбачити оранку зябу впоперек схилу і залишати її глибистою (без боронування або коткування) для кращого накопичення вологи і запобігання або зменшення розвитку водної ерозії.

При вирощуванні сорго на зрошуваних землях доцільно глибину оранки збільшити до 30 см, оскільки при проведенні вологозарядкового поливу на такій глибині обробки підвищується водопроникність і зменшується поверхневий стік води.

Багато господарств застосовують передові способи основної підготовки грунту. Так, в Новотроїцькому районі Херсонської області як обов'язковий агрозахід у системі зяблевої оранки ґрунту на глибину 25-27 см – лущення відбувається відразу після збирання попередника на глибину не менше 8-10 см. На полях, засмічених багаторічними бур'янами (гірчак, осот, берізка), дискування проводиться до 14-15 см, при сильному засміченні лущення замінюють чизелюванням на глибину до 18-20 см.

В умовах АР Крим ґрунт під сорго починають готувати з поздовжньо-поперечного дискування на глибину 6-8 і 8-10 см. Якщо поле засмічене коренепаростковими або кореневищними бур'янами, друге дискування замінюють безвідвальним лущенням на глибину 12-14 см. При великій

наявності багаторічних бур'янів після зазначених вище двох обробок і появі розеток бур'янів проводять їх обприскування гербіцидом 2,4 Д (амінна сіль) і через 12-15 днів – глибоку (на 25-27 см) зяблеву оранку на початку жовтня.

У дослідах Волзького НДІ сільського господарства Російської Федерації на ділянках з оранкою глибину на 23-25 см урожайність зерна сорго цукрового становила 2,5 т/га, а при оранці на 18 см – зменшилася до 2,0 т/га. Аналогічні результати отримано й в умовах Республіки Молдова.

В дослідному господарстві «Михайлівське» Ставропольського НДІ протягом 6 років вивчалися різні способи, строки та глибини основного обробітку ґрунту під сорго. Результати досліджень показують, що при різних варіантах основного обробітку урожайність зеленої маси практично залишився однаковим, за винятком весняної оранки, після якої збільшується кількість бур'янів. З економічної точки зору найбільш доцільно проводити дрібний обробіток ґрунту (дискове лущення та полицеве лущення на глибину 12-14 см) і контрольний варіант (дискове лущення, оранка на 22-25 см).

Особливе значення вони мають в умовах півдня України і Північного Кавказу, де крім недостатньої зволоженості має місце і вітрова ерозія.

З питання ефективності оранки з обертанням скиби, безполицевого та поверхневого обробку ґрунту проведені дослідження НДІ кукурудзи в Центральному Степу й Одеському аграрному університеті в Південному Степу України. Результати досліджень показують, що в початковий період вегетації безполицевий обробіток сприятливо впливає на водний і поживний режими ґрунтів. При цьому підвищується польова схожість і активізується ріст рослин сорго. Однак в подальшому відбувається вирівнювання і до фази викидання перевага за багатьма ознаками, в тому числі і врожайності, була вже за полицевої оранки. Це пов'язано з тим, що забур'яненість посівів сорго на варіантах з поверхневою обробкою ґрунту була значно вище (в 2-3 рази), ніж при оранці з обертанням скиби. Особливо варіанти суттєво різнилися за кількістю багаторічних бур'янів. Запасів ґрунтової вологи в умовах Центрального Степу в метровому шарі ґрунту при звичайній оранці накопичується на 11,6 мм більше, ніж при безполицевому обробітку, і на 26,4 мм, ніж при мілкому обробітку. До кінця вегетації суттєвої різниці кількості її залежно від способів обробітку не встановлено.

В умовах крайнього півдня України на каштаново-солонцюватих ґрунтах (Генічеська дослідна станція) до періоду сівби сорго в шарі 0-10 см запаси вологи більше при безполицевому обробітку (на 3 мм), ніж при полицевому. Це пояснюється більш інтенсивним витрачанням вологи при полицевому обробітку з верхніх шарів ґрунту, оскільки температура повітря в цих умовах буває вище та вітри сильніші, ніж в

умовах Центрального Степу України.

Зіставляючи врожайність сорго зернового в обох кліматичних зонах залежно від способів обробітку ґрунту, видно, що полицева оранка дала більш високі врожаї, ніж поверхневі обробки (на 10-12 см). Для сорго зернового встановлено, що в умовах України замінювати оранку з обертанням скиби безполицевим обробітком, а тим більш поверхневою обробкою недоцільно, оскільки це призводить до підвищення засміченості посівів і зниження врожайності. Ймовірно, в умовах України найбільш економічно вигідно виконувати обробіток під сорго при чергуванні оранки з обертанням скиби та безполицевого обробітку ґрунту. Ці питання доцільно вивчати в наукових установах та виробничих умовах посушливих ґрунтово-кліматичних зон України, тим більше, є позитивні приклади цього.

Багаторічними дослідженнями НДІ кукурудзи, проведеними по вивченню глибини оранки на зяб, встановлено, що при її підвищення з 15 до 30 см забезпечуються поліпшені умови вологозбереження. При оранці на 15-20 см до фази сходів сорго запас продуктивної вологи в ґрунті шаром 40 см склав 43,3 мм, а при поглибленні оранки до 30-35 см – 53,7 мм. Збільшення відбулося на 24%.

Так, на Новоодеській сортодільниці Миколаївської області завдяки багаторічному вивченню й широкому впровадженню протиерозійної технології, що включає як основний елемент безполицевий обробіток ґрунту, домоглися істотного підвищення врожайності всіх культур.

Порівнюючи безполицевий обробіток ґрунту з оранкою з обертанням скиби, Щербак Г.Г. зазначав, що більш врожайною культурою при обробітку ґрунту протиерозійними знаряддями виявилося сорго. Воно значно перевершило кукурудзу за врожайністю зерна та зеленої маси.

Багато господарств півдня України і Північного Кавказу залежно від стану ґрунту, засміченості бур’янами та інших умов проводять під сорго оранку на глибину до 26-28 см. Такий спосіб є ефективним, що підтверджено дослідами багатьох наукових установ.

3.3. ПЕРЕДПОСІВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ

Добре проведений передпосівний обробіток ґрунту має одне з найважливіших значень у комплексі агротехнічних заходів інтенсивної технології вирощування соргових культур. Це обумовлено теплолюбністю, дрібним насінням культури, повільним початковим ростом надземної маси її в післясходовий період, внаслідок чого створюється небезпека пригнічення рослин бур’янами.

Передпосівний обробіток ґрунту проводять для того, щоб якомога довше зберігати вологу, накопичену в ґрунті за зиму, і знищити бур’яни. Для

цього виконують весняне боронування зябу важкими зубовими боронами в один-два сліди впоперек або за діагоналлю напрямам оранки. В умовах посушливого півдня України значення диференційованого обробітку ґрунту надзвичайно велике. Чим раніше його застосовують, тим більше вологи зберігається. Боронування можна проводити в агрегаті з вирівнювачем. Встановлено, що за добу втрати води на незаборонованому зябу в Степу України складають у середньому 9,3 т/га.

У виробничій практиці часто проводять боронування занадто рано, по «недоспілому» ґрунту, де під гусеницями трактора і колесами зчіпки він переущільнюється. У такому ущільненому ґрунті волога починає надходити по капілярах до поверхні, де відбувається її випаровування, поки вони не будуть зруйновані. Такий недозрілий ґрунт спливає, утворюючи тріщини, при культивації погано розрихлюється, поверхня покривається брилами, які важко подрібнювати. Оптимальний строк проведення ранньовесняного боронування настає тоді, коли після проходу гусениць трактора і колісних зчіпок через 30-40 хв. не будуть залишатися темні смуги.

Після проведення ранньовесняного боронування поле не культивують до тих пір, поки не з'являться сходи бур'янів. В умовах півдня України і Північного Кавказу початок появи масових сходів бур'янів зазвичай відзначається в другій половині квітня.

Якщо ґрунт восени не культивувався до сівби необхідно провести дві культивації та коткування зябу. Перша сприяє знищенню падалиці озимих, прискоренню прогрівання ґрунту для більш повного проростання бур'янів, а також активізації мікробіологічної діяльності грунту. Її необхідно проводити в другій декаді квітня в агрегаті з боронуванням культиваторами марки КПЕ-3,8 або КРГ-4 зі стрілчастими лапами на глибину 10-12 см. Другу передпосівну культивацію проводять в день сівби на глибину 5-7 см культиватором марки КПС-4 в поєднанні з боронуванням в поперечному напрямку або діагоналі.

У науково-виробничому об'єднанні «Саратовсорго» за несприятливих посушливих погодних умов у Середньому Поволжі навесні, крім боронування БЗСС-1 зі шлейфами, необхідно провести дві-три обробки ґрунту культиваторами КПС-4, боронами із сегментами від ріжучих апаратів жаток. Найкращий ефект обробітку ґрунту досягався, коли робочі органи культиватора були дообладнані шлейф-балками, боронами та катками. Добре розпушується ґрунт з одночасним вирівнюванням і прикочуванням комбінованими агрегатами ВІП-5,6, РВК-5,4, РВК-3,6 або іншими. В умовах посушливої весни обробіток ґрунту під сорго краще проводити агрегатами з борін з сегментами і шлейфами або культиваторами з безполицевими робочими органами. При цьому борони з сегментами ефективніше використовувати на полях, засмічених однорічними, а

культиватори – коренепаростковими бур'янами. На важкосуглинкових чорноземах такий агрозахід дозволив отримати урожайність зерна сорго на 0,6 т/га більше порівняно з ділянками, де застосовували дві передпосівні культивації.

Слідом за першою культивацією рекомендується коткування ґрунту в агрегаті з боронуванням, яке позитивно впливає на її температурний режим і вологість. На темно-каштанових ґрунтах, південних чорноземах та супіщаних ґрунтах у роки з достатнім зволоженням або з посушливими умовами доцільно використовувати коткування після першої культивації і після сівби, що підвищує урожайність сорго. Такий обробіток сприяє швидкому проростанню бур'янів, які будуть знищені передпосівною культивацією.

При надмірному зволоженні прикочування недоцільне. Так, в господарствах в Дагестані врожай зеленої маси сорго без прикочування склав 21,7 т/га, з використанням його при високій вологості ґрунту (25%) – 19,5, а при оптимальній вологості (18,6%) – збільшилася до 23, 5 т/га.

Олексенко А.А., вивчаючи прикочування ґрунту, зазначає, що, ущільнюючи ґрунт до глибини 10-12 см, коткування змінює гідротермічний режим у шарі до 10 см, зокрема, підвищуються температура і вологість у верхніх шарах ґрунту. Найбільший приріст врожайності зерна отримано в результаті двох передпосівних культивацій в поєднанні з коткуванням після сівби. Вона була на 35% більше порівняно за контроль (дві культивації).

У роки з посушливою весною підготовка ґрунту обмежується однією передпосівною культивацією на глибину 5-7 см культиватором КПС-4, переобладнаним лапами Міллера, або культиватором УСМК-5,4.

Там, де навесні існує небезпека вітрової ерозії, допосівний обробіток ґрунту повинний бути мінімальним, особливо тих ділянок, на яких восени була проведена культивація і вирівнювання зябу. Культивацію виконують з найменшим обертанням ґрунту і краще в день сівби культиваторами марки КПС-4, які розпушують ґрунт на будь-яку глибину (від 5-6 до 12-14 см) і мало його розпилюють.

Дослідження, проведені Ставропольським НДІ сільського господарства в умовах малогумусного типового чорнозему Ставропілля, показали, що доцільна мінімізація при передпосівному обробітку ґрунту. Вивчення впливу різних способів допосівної обробки на вологість ґрунту не виявило помітних відмінностей, запаси ґрунтової вологи і її витрата протягом вегетації сорго коливалися незначно.

Різний за інтенсивністю допосівний обробіток ґрунту під сорго істотно не позначився на вмісті водостійких агрегатів (крупніше 0,25 мм) в ґрунті на глибині 0-10 і 10-20 см. Простежується певна тенденція до підвищення їх якості при мінімізації обробітку ґрунту. Отже, при меншій

кількості допосівного обробітку в ґрунті створюються кращі фізичні умови для зростання і розвитку сорго.

Проведення мінімального, умовно оптимального й максимально можливого числа допосівних обробок не виявило суттєву різницю в зборах зеленої маси, а в окремих випадках при інтенсивній обробці спостерігалося зниження врожайності.

Це дає підставу рекомендувати в зоні сильної вітрової ерозії мінімальну кількість допосівних обробок ґрунту під сорго, що включає тільки одну передпосівну культивацію, або раннє весняне боронування та культивацію перед сівбою на глибину сівби з внесенням гербіцидів.

У ВНДІ сорго при вивченні різних варіантів передпосівної підготовки ґрунту в умовах Ростовської області встановлено, що найбільша врожайність зерна сорго (3,3 т/га) отримано у варіанті однієї передпосівної культивації, тоді як контрольний варіант (ранньовесняне боронування + дві культивації) дав 2,7 т/га.

При проведенні інтенсивної технології вирощування сорго з метою забезпечення зменшення непродуктивної витрати вологи в ранньовесняний період, закладення гербіцидів, ущільнення ґрунту для проростання насіння бур'янів і знищення їх сходів, підготовки ґрунту для рівномірного, на задану глибину, загортання насіння пропонується конкретний комплекс технологічних прийомів з урахуванням здійснення принципу мінімізації способів обробітку грунту. Він включає наступні агрономічні заходи:

1) Ранньовесняне боронування ґрунту;

2) Обробіток ґрунту культиватором КПС-4 в комплексі з КАПП-8,8 (комбінований агрегат поверхневої підготовки ґрунту) або використання їх зарубіжних аналогів;

3) Обробіток ґрунту цим же агрегатом безпосередньо перед сівбою.

3.4. УДОБРЕННЯ СОРГО

Сорго, незважаючи на відносну невибагливість до родючості ґрунтів і здатність добувати елементи живлення, чутливе до внесення органічних і мінеральних добрив. Володіючи потужно розвиненою кореневою системою, сорго забезпечує врожай зерна навіть без внесення в ґрунт додаткового мінерального живлення. Тому сформувалася думка про слабку реакцію сорго на підвищення рівня мінерального живлення і відносно невелику, порівняно з кукурудзою, кількість поживних речовин необхідних для отримання врожаю, що виносяться з ґрунту. Сорго на утворення одного центнера зерна дійсно економно витрачає поживні речовини: 75% азоту, 60 фосфору і 90% калію від тієї кількості, яку

витрачає кукурудза. На формування одного центнера зерна, залежно від кліматичних факторів і біологічних особливостей сортів, сорго витрачає: азоту 1,7-3,6 кг, фосфору 0,45-0,95, калію 1,8-2,6, кальцію 0,8-1,2 і магнію 0,7-0,9 кг.

Багаторічними дослідженнями, проведеними в різних зонах країни, доведено високу реакцію сорго на внесення органічних та мінеральних добрив.

Азот сприяє інтенсивному росту рослин, підвищенню площі листкової поверхні й усієї вегетативної маси сорго. Найвищі врожаї в умовах зрошення отримують при внесенні високих доз азоту.

Фосфор також відіграє важливу роль у житті рослин. На чорноземних і каштанових ґрунтах півдня України вміст легкозасвоюваної фосфорної кислоти в період вегетації сорго становить 8-12 мг/100 г ґрунту, тобто 240-360 кг/га. При використанні з ґрунту 7,5% рухливих форм фосфору винос рослинами сорго може скласти 18-27 кг/га, що визначає близько 65% від потреби для формування врожайності 5,0 т/га. Тому дози фосфору, внесеного під сорго, зазвичай нижчі, ніж азоту, в 1,5-2 рази та становлять для богари 45-60, для зрошення 90-100 кг/га. Фосфор впливає на гідроліз крохмалю, тим самим прискорює проростання насіння. Тому частину загальної дози фосфору (10-15 кг/га) доцільно вносити при сівбі локально.

Калій позитивно впливає на накопичення в зерні сорго крохмалю і цукру. Вміст рухомого калію в ґрунтах України та деяких регіонів Північного Кавказу має широкий діапазон і становить 18-30 мг/100 г ґрунту. Тому сорго при врожаї зерна 5,0 т/га повністю забезпечує себе калієм за рахунок виносу його з грунту. При більш високих врожаях (8,0-10,0 т/га) виникає його певний дефіцит, тому в комплексі з іншими добривами необхідно внести 40-60 кг/га калію.

Для вивчення впливу сортового складу і доз мінеральних добрив на продуктивність сорго цукрового на базі дослідних ділянок Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України було посіяно 10 сортів і гібридів сорго цукрового вітчизняної селекції (табл. 3.1).

Результатами досліджень встановлено, що досліджувані зразки сорго цукрового істотно розрізняються по врожайності зеленої і сухої маси, а також за вмістом моноцукрів. Це пов’язано з сортовими особливостями досліджуваного матеріалу сорго цукрового і різною здатністю рослин адаптуватися до спекотних і посушливих умов літа 2010 року. Так, при високій температурі і низькій вологості повітря, листя сорго цукрового жовтіли, відмирали і в рослинах припинялася фотосинтетична діяльність. Це проявилося в низькій врожайності та низькому виході загальних цукрів з одиниці площі таких сортів і гібридів сорго цукрового, як Силосна 42, Фаворит, ДН37С × ДНВ43 і Євнух. Тому ці сорти і гібриди можна віднести до низькопродуктивної групи.

Таблиця 3.1

Порівняльна характеристика досліджуваних сортів і гібридів сорго цукрового за їх продуктивністю та вмістом цукрів

Гібриди і сорти	Урожайність, т/га		Вуглеводний склад ,%			Вихід загальних цукрів, т/га
	зеленої маси	сухої речовини	моноцукри	цукроза	загальні цукри	
Бізон	57,13	13,33	5,38	6,92	12,30	5,39
Зубр	45,46	10,77	4,48	4,92	9,40	3,26
Мамонт	61,00	16,45	9,69	3,77	13,45	5,99
Фаворит	25,88	7,60	5,08	3,40	8,48	1,55
Медовий	26,31	6,12	3,23	6,97	10,20	2,06
Медовий-2	36,63	9,23	5,18	4,36	9,54	2,61
Євнух	38,38	10,93	1,44	5,72	7,16	1,96
Силосне 42	29,50	8,17	4,83	1,93	6,76	1,44
ДН37С × ДНВ43	35,23	11,26	4,83	2,69	7,52	1,80
ДН5С × ДНВ42	40,08	12,74	3,48	4,54	8,02	2,19

При таких умовах вирощування найкраще себе проявили гібриди Бізон, Мамонт і Зубр, які забезпечили найвищу врожайність зеленої і сухої маси, а також концентрацію розчинних вуглеводів у соках стебел. Таким чином, дана високопродуктивна група гібридів є найбільш пріоритетною для подальшого використання.

Розчинні вуглеводи соку сорго містять загальні цукри: цукрозу й моноцукри (глюкозу і фруктозу) в різних співвідношеннях. Результати досліджень з визначення концентрації вуглеводів у соці стебел досліджуваних зразків показали, що формування вуглеводного комплексу відбувається по різному. Виділяються сорти і гібриди, у яких вміст цукрози в структурі загальних цукрів має вагому перевагу над вмістом моноцукрів і навпаки. Так, у гібрида Медовий вміст цукрози становив 91,7%, а моноцукрів – 8,3% від загальної кількості цукрів, тоді як у сорту Силосне 42 – 26,5% цукрози й 73,5% моноцукрів. У гібридів Зубр і Бізон співвідношення між вмістом цукрози і моноцукрів було приблизно однаковим.

Внесення мінеральних добрив позитивно впливає на формування продуктивності та накопичення вуглеводів гібридами високопродуктивної групи (Зубр, Бізон). У них відзначається збільшення масової частки загальних цукрів. При цьому гібрид Бізон істотніше реагував на забезпечення елементами мінерального живлення, що проявилося в підвищенні вмісту загальних цукрів у соку з 9,9 до 12,9%. У сорту Силосне

42 на удобреному фоні також підвищився вміст загальних цукрів, але не так суттєво (з 5,4 до 6,2%).

За результатами дисперсійного аналізу отриманих експериментальних даних визначено вплив сортових особливостей і забезпечення мінеральним живленням на показники якості соку цукрового сорго. Причому, накопичення розчинних вуглеводів у соці стебел сорго цукрового на 87,7% залежало від його сортових особливостей і тільки на 1,0% – від забезпечення елементами живлення, тоді як від загальної дії цих двох факторів – на 10,2%.

Таким чином, проведені дослідження забезпечили можливість виявити високопродуктивну групу гібридів сорго цукрового (Бізон, Зубр і Мамонт), які за рахунок високої врожайності зеленої маси і максимального вмісту розчинних вуглеводів є перспективною сировиною для виробництва нових продуктів харчування і біопалива. Внесення мінеральних добрив у кількості N_{120} P_{120} K_{120} позитивно впливає на накопичення вуглеводів у соці стебел, а також на продуктивність сорго цукрового.

Вчені ВНДІ кукурудзи, проводячи дослідження в умовах Степу України, відзначають, що азотно-фосфорні добрива, внесені в бік і глибше від насіння, позитивно впливають на їх проростання, підвищуючи польову схожість на 10-11%. Особливо позитивно впливає на польову схожість насіння повне мінеральне добриво (по 60 кг/га) при внесенні його на глибину 8-10 см перед сівбою. Добрива підвищують активність ферменту каталази, виступаючи в ролі стимуляторів ростових процесів у насінні.

Однак фосфорні та азотні добрива при сумісному внесенні з насінням негативно впливають на польову схожість насіння.

Вона зменшується на 15%, а у вологі роки і більше. При цьому період сівба – сходи збільшується в окремі роки до 3-10 днів. Сумісне внесення добрив з насінням негативно впливає і на величину врожаю. При внесенні фосфорних добрив (10 кг д. р. на 1 га) зниження врожаїв зерна становить близько 0,2 т/га. Тому добрива доцільно вносити в бік від насіння і глибше їх висівання, а також локально. Кожен центнер внесених таким чином добрив оплачується приростом урожайності в 3-3,6 рази більшим, ніж при внесенні повного мінерального добрива в розкид під культивацію.

Сорго добре реагує на органічні добрива, а також поєднання їх з мінеральними. Як показують дослідження, при внесенні восени під оранку 10-20 т/га гною і навесні при сівбі, розміщуючи їх глибше і в бік від насіння, підвищення врожайності зерна сорго склали 0,4, а в окремі роки до 1,0 т/га.

В умовах Степу України вивчали вплив різних доз і співвідношень мінеральних добрив на продуктивність сорго зернового. Ріст і розвиток рослин сорго залежать від складу і доз мінеральних добрив, поєднання екологічних чинників, вологозабезпечення і суми ефективних

температур. Азот як елемент живлення поступається фосфору за своїм впливом на процеси органогенезу. Суттєвого впливу калію на проходження рослинами фенологічних фаз не встановлено. Під дією фосфорно-калійних добрив вегетаційний період сорго скорочується на 6 днів. При внесенні азотного добрива в поєднанні з фосфорним і фосфорно-калійним темпи розвитку культури зменшувалися, а темпи зростання збільшувалися. Так, застосування азотних добрив затримувало настання фази викидання волоті, цвітіння й повної стиглості зерна на 2-3 дні порівняно з контрольними ділянками (без добрив).

Величина врожайності сорго залежить від кущення рослин. При утворенні додаткових бічних пагонів створюються сприятливі умови для формування потужної асиміляційної поверхні та накопичення значної кількості сухої речовини. Застосування мінеральних добрив посилювало утворення додаткових пагонів.

Таким чином, в умовах степової зони України для підвищення врожайності сорго зернового необхідно вносити повне мінеральне добриво. При вивченні врожайності і якості зеленої маси цукрового сорго залежно від рівня мінерального живлення виявлено позитивний вплив азотних добрив у поєднанні з фосфорними і калійними добривами.

Доведено визначальний вплив мінеральних добрив на загальну продуктивність цієї культури, зокрема як на загальну врожайність зеленої маси, так і на її хімічний склад. Причому відмічено зниження клітковини під впливом мінеральних добрив, що супроводжувалося підвищенням енергетичної поживності 1 т продукції. Вихід протеїну і жиру зростав. Під впливом добрив збір перетравного протеїну порівняно з контролем збільшився на 0,26-0,29, жиру – на 0,08-0,12 т/га.

Слід зазначити, що підвищення забезпеченості кормової одиниці перетравним протеїном спостерігається лише там, де вносили підвищені (120 кг/га) дози азоту й фосфору. В інших випадках спостерігається тенденція до зниження цього показника.

В посушливих умовах сорго добре відгукується на мінеральні добрива. Сорго зернове у неполивних умовах від внесення добрив збільшує врожайність на 10-15%, сорго цукрове і сорго-суданкові гібриди зеленої маси – на 15-25%. В умовах богари всю дозу мінеральних добрив вносять під зяблеву оранку. Однак при достатньому зволоженні ґрунту навесні добрива можна використовувати під передпосівну культивацію.

В умовах Республіки Молдова вивчали дози та співвідношення мінеральних добрив при систематичному їх внесенні під сорго зернове при вирощуванні в сівозміні і беззмінно. Встановлено, що провідна роль належить азоту. Приріст урожаю від азотних добрив у середньому за 7 років склав 1,5 т/га. Зменшення дози азоту в складі повного мінерального добрива від 120 до 40 кг призвело до падіння продуктивності сорго, приріст

урожайності зерна знизився з 1,7 до 1,3 т/га. Разом з тим збільшення дози азоту вище 120 кг/га виявилося нераціональним, оскільки не забезпечило зростання врожайності зерна.

Важливе місце в збільшенні врожайності зерна сорго займає фосфор. Приріст урожаю зерна від застосування фосфорних добрив склав 0,6 т/га. Підвищення дози фосфору в складі повного мінерального добрива від 30 до 90 кг/га призвело до приросту врожайності лише на 0,2 т/га. Про реакцію на мінеральні добрива свідчать урожайні дані сорго при беззмінному його вирощуванні на одних полях.

В умовах середньо-суглинистого чорнозему Волгоградської області врожайність зерна сорго залежить від дози і співвідношення добрив. Найбільший збір зерна отримано на ділянках, де вносилася восени під зяблеву оранку повна доза добрив – 4,9 т/га, при врожаї на контролі – 4,2 т/га.

В умовах Узбекистану при вивченні сорту сорго зернового Карлик Узбекистану на вплив доз мінерального живлення встановлено, що потреба в поживних речовинах істотно змінюється. В період інтенсивного росту надземної маси сорт більше споживає азоту під час формування кореневої системи, а репродуктивних органів – більше фосфору й калію. Тому для створення сприятливого харчового режиму під сорго зернове необхідно вносити фосфорні та калійні добрива – під зяблеву оранку (на засолених землях – тільки фосфорні після промивних поливів з чизелюванням); 10% азотних – під час сівби; по 45% – в два підживлення в фазі утворення 5-6 і 10-12 листків. При виконанні цих умов сорт дає збір зерна 7,5-8,0 т/га.

У Північнокавказькому НДІ передгірного сільського господарства за результатами 10-річних досліджень при різних поєднаннях доз добрив і гною урожайність зеленої маси сорту Помаранчеве 450 перевищила контроль на 14-16%, а сухої речовини – на 18-22%.

Найбільший приріст урожайності зерна сорго в умовах Астраханської області отримано при застосуванні добрив і зрошенні – у варіантах з вологістю ґрунту 70% НВ і розрахунковій нормі добрив – 5,2 т/га, при 80% НВ і такій же нормі мінерального живлення – 5,4, а без зрошення – лише 0,6 т/га. В цілому по досліду врожайність зростала зі збільшенням передпосівної вологості ґрунту, проте на третьому й четвертому варіантах вона виявилася майже однаковою. Пояснюється це тим, що до періоду викидання волоті на цих варіантах передполивний поріг вологості підтримували на рівні 80% НВ, а до молочної стиглості зерна провели один полив мінімізованою нормою. Таким чином, були сформовані майже однакові ґрунтові запаси вологи до фази воскової стиглості зерна, що позитивно позначилося на величині врожайності.

Запланована врожайність зерна сорго на рівні 5,0 т/га забезпечує норма азотних добрив понад 150 кг д.р./га та передполивний поріг ґрунту

в розрахунковому шарі на рівні 70% НВ. Підвищення доз внесення азоту й вологості ґрунту понад 70% НВ не призвело до підвищення врожайності зерна.

Найбільш раціональний режим зрошення, коли вологість ґрунту підтримувалася не менше 80% НВ до викидання волоті та 70% НВ у наступний період вегетації. На цьому ж варіанті врожайність зерна сорго майже однакова порівняно з варіантом, де вологість ґрунту підтримували на рівні 80% протягом усього періоду вегетації (5,4 т/га).

У Скадовському та Білозерському районах Херсонської області при внесенні N_{45} P_{45} K_{45} урожайність зерна у неполивних умовах була на рівні 4,5 т/га, а на зрошенні істотно підвищилася в 1,8 рази і становила 8,0 т/га.

Дослідженнями молдавських вчених встановлено позитивний вплив мікроелементів на продуктивність сорго при замочуванні насіння в 0,5%-му розчині. Найбільш ефективними виявилися марганець, цинк і бор. Вони сприяли кращому формуванню насіння, що викликало підвищення його врожайності та схожості.

В навчальному господарстві Одеського державного аграрного університету в умовах півдня України вивчали сорти і гібриди, отримані при внесенні різних доз мінеральних добрив. При дозах NPK 45 і 90 кг/га всі сорти значно підвищили урожайність зерна. При подальшому підвищенні дози добрив до 135 кг/га істотний приріст урожаю забезпечують тільки інтенсивні генотипи: наприклад, гібрид Степовий 5, сорти Обрій, Хазіне 4 тощо.

3.5. СОРТИ І ГІБРИДИ СОРГО

Гібрид сорго силосного Сило 700 Д.6

Морфологічні особливості: висота рослини 180-250 см; листя темно-зелені, широкі; стебло міцне; волоть щільна, ніжка волоті – довга; зерно червоного кольору без таніну.

Біологічні особливості: період від сходів до воскової стиглості – 120 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 21, 45, 70 см; оптимальна норма висіву 300000 насінин на 1 га, або 5-9 кг на 1 га без зрошення, і 9-14 кг на 1 га при зрошенні (при масі 1000 насінин 35 грам); швидке відростання після скошування. Урожайність: силосної маси 600-650 ц/га; зерна в силосній масі 60-70 ц/га; зелена маса гібрида Сіло 700 характеризується гарною засвоюваністю тваринами. Пакування**:** паперові мішки по 20 кг. Фракція насіння**:** 3,5-4,5 мм. Обробка насіння**:** фунгіцид Максим XL, антидот Концепт III, можливе застосування ґрунтових гербіцидів Прімекстра Голд і Дуал Голд. Напрямок використання**:** зелений корм для сільськогосподарських тварин; заготівля силосу.

Середньоранній гібрид Рона-1

Високоврожайний гібрид сорго цукрового. Використовується у високо інтенсивному кормовиробництві, що забезпечує максимальний вихід кормових одиниць з площі.

Висота рослин – 270-350 см. Група стиглості: середньоранній, період настання МВС (молочно-воскової стиглості) – 95-100 днів.

Технологічні властивості:

- Інтенсивний ріст починається з фази 5-7 листків;
- Високі середньодобові прирости зеленої маси;
- Успішно переносить екстремальні погодні умови (посухи, високі температури);
- Раціонально використовує ґрунтову вологу;
- Використовується в монопосівах або сумісно з кукурудзою;
- Вміст цукрів – 14-17%;
- Може використовуватися як на силос, так і на зелену масу.

Потенціал врожайності: залежно від зони вирощування, врожайність може становити: в монопосівах 400-1000 ц/га; в бінарних посівах (при різних співвідношеннях) від 300 до 700 ц/га. Пакування: 1 к.о. (285 тис. насінин). Оптимальною фазою збирання сорго цукрового Рона-1 на силос є перехід між молочно-восковою стиглістю. При таких умовах посіви забезпечують максимальний вихід кормових одиниць з гектара, з високим вмістом легкозасвоюваних поживних речовин.

Середньопізній сорт Довіста

Оригінатори: Інститут сільського господарства степової зони НААН України, Синельниківська селекційно-дослідна станція НААН України

Середньопізній. Занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2008 р. Зона вирощування – Степ, Лісостеп. Напрямок використання – кормовий. Рослина висотою 210-237 см. Кущистість 1,4-1,8 стебла на 1 рослину. Сходи темно-зелені з антоціановим відтінком. Стебла соковиті, високі, прямостоячі. Вміст цукру в соку стебел при повній стиглості зерна 12,8-15,6%. Волоті овальні, довжиною 16-21 см, солом'яно-коричневого забарвлення. Зерно жовто-коричневого кольору, велике (маса 1000 насінин 22,4-23,7 г). Вегетаційний період 130-140 днів до повної стиглості зерна.

Біологічні ознаки: сорт має середні показники посухостійкості і високі показники стійкості до хвороб. Відрізняється високим темпом початкового росту. Урожайність сухої речовини 15-17 т/га, в т.ч. волоті з зерном 11-12 т/га, зеленої маси 75-90 т/га.

Середньостиглий гібрид Сиваш 85

Оригінатори: Генічеська дослідна станція, Інститут сільського

господарства степової зони НААН України.

Апробаційні ознаки: сорго на силос і зелений корм. Висота рослин 194-238 см. Листя мають зелену центральну жилку. Стебло соковите, з вмістом цукрів до 14-16%. Волоть добре наповнена зерном, прямостояча, розлога, коричневого кольору. Продуктивна кущистість – 2-4 стебла на кожну рослину.

Біологічні ознаки: гібрид середньостиглий, від сходів до молочно-воскової стиглості зерна проходить 78-90 діб, при зрошенні – 100-115. Дозрівання волоті на головному і бічних стеблах практично одночасне. Продуктивне кущіння – два стебла на кожну рослину. Гібрид слабко реагує на прохолодні періоди весни і мало пошкоджується злаковими попелицями.

Господарські ознаки: урожайність на незрошуваних землях Присивашшя становить 40,0-45,0 т/га, в особливо гостро посушливі роки – 18,0-23,0 т/га, при зрошенні – до 95,0 т/га листостеблової маси. Вміст волотей у загальній масі досягає 25-28%. Рослини мають високу інтенсивність відростання після укосів і при середньому рівні вологості забезпечує формування двох укосів.

Середньостиглий сорт Силосне 42

Оригінатор: Інститут сільського господарства степової зони НААН України. Середньостиглий. Занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2003 р. Зона вирощування – Степ, Лісостеп. Напрямок використання – силос, зелений корм і цукровий сироп. Рослина високоросла 220-250 см. Кущистість 2-3 стебла на рослину. Сходи зелені з антоціаном. Стебла соковиті, високі, прямостоячі. Вихід соку 65% від біомаси. Вміст цукру в соку стебел при повній стиглості зерна 13-19%. Листя ланцетовидні, довгі (60-80 см) і широкі (6-8 см). Центральна жилка листка темно-сіра. Волоті овальні, 18-25 см довжини і 7-12 см ширини, чорно-коричневі. Зерно коричневе, велике (маса 1000 насінин 19-23 г). Плівки чорно-коричневі, слабо остисті.

Біологічні ознаки: вегетаційний період 105-115 днів до воскової і 120-125 днів – до повної стиглості зерна. Стійкість до похолодання в період сходів висока, посухостійкість і жаростійкість – високі. Стійкий до вилягання. Стійкість до ураження сажкою висока, до пошкодження попелицею – середня. Формує якісну силосну масу. Урожайність всієї біомаси 55,0-76,0 т/га, у тому числі волоті з зерном 10,0-12,0 т/га, сухої речовини 11,0-14,8 т/га.

Середньостиглий гібрид Троїстий

Оригінатор: Інститут сільського господарства степової зони НААН України. Середньостиглий. Занесений до Державного реєстру сортів

рослин України з 2007 р.

Рекомендований для вирощування в Степу та Лісостепу. Кормового напрямку використання. Рослина висотою 206-241 см. Листя займає 37,8-44,2%. Суцвіття овальне, пряме, щільне, довге. Маса 1000 насінин 26,6-30,5 г.

Біологічні ознаки: посухостійкість – 7-9 балів, стійкість до вилягання – 7, стійкість до осипання – 7, стійкість до основних хвороб – 7. Придатний до механізованого збирання. Має високу інтенсивність початкового росту. Урожайність всієї біомаси 50,0-65,0 т/га, в тому числі волоті з зерном 9,0-11,0 т/га, сухої речовини 10,0-12,5 т/га.

Середньостиглий сорт Пам'яті Шепеля

Виведений методом гібридизації з подальшим індивідуальним і індивідуально-сімейним добором з лінії сорго цукрового Цукрове 350. Має високу врожайність, середній вміст цукрів, високу стійкість до хвороб, шкідників і вилягання.

Сорт середньостиглий, дозріває за 106-109 днів, фаза воскової стиглості настає на 95-100 день після сходів. Кущ прямостоячий, має 2,5-3 стебла середньої товщини, висотою 245-255 см з темно-зеленим листям ланцетовидної форми і зеленою центральною жилкою.

Волоть прямостояча, середня за розміром – 24-25 см, подовжено-циліндрична, сіро-коричневого кольору, слабо опушена в колотівках. Колоски гроновидні, сидячі, ості слабо вигнуті. Вихід волоті з піхви верхнього листа складає 8-10 см. Маса 1000 насінин 21-22 г, зерно округле світло-коричневого кольору, плівчасте, добре вимолочується, колоскові луски чорні, слабо опушені. Колоски сидячі, безості. Урожайність зерна при збиранні на насіння становить 3,4-3,6 т/га. Сорт призначений для збирання на зелений корм з укосом 2-3 рази за вегетаційний період і силос при збиранні у воскову стиглість. Волоть з зерном в структурі врожаю займають в середньому 20%, а врожайність силосної маси з 1 га становить 48-52 т. Вміст в соку стебел цукрів – 13-15%. Сорт рекомендується для вирощування в степовій і лісостеповій зоні як у неполивних умовах, так і при зрошенні.

Середньостиглий сорт Кримське 15

Виведений методом багаторазового індивідуального і сімейно-групового відбору з сорту Цукрове 32 із селекційною спрямованістю на високий урожай, підвищений вміст цукрів, стійкість до попелиці та вилягання.

Сорт середньостиглий, дозріває за 110-115 днів, фаза воскової стиглості настає на 90-95 день після сходів, середньорослий – 220-240

см, вирівняний по висоті, стійкий до попелиці, бактеріозів, посухи та вилягання. Кущиться середньо (2,6-3,0 пагонів на одну рослину).

Волоть округло-овальна, компактна, прямостояча, коричневого кольору, довжиною 25-28 см. Зерно округле, буре, плівчасте, плівки червоні, при дозріванні не обсипається.

Маса 1000 зерен 22-25 г. Вміст цукрів у соці стебел – 15,5-18,1%. Придатний для отримання сиропу.

Рекомендується висівати широкорядним способом з міжряддями 70 см і густотою стояння рослин 110-120 тисяч рослин на 1 гектар. Зелену масу можна використовувати в системі зеленого конвеєра, де можна забезпечувати два (на зрошенні три) укоси, а у восковій стиглості зерна – вся біологічна маса може використовуватись для закладання силосу.

Зелену масу сорго цукрового можна закладати в силосній ямі в суміші з соломою (до 25-30% за обсягом) і іншими рослинними залишками.

Сорт високоврожайний. В середньому за роки конкурсного випробування урожайність складала: зеленої маси – 46,7 т/га, абсолютно-сухої речовини – 10,0 т/га, перевищивши стандарт Сивашський 85, відповідно, на 8,8 і 2,9 т/га.

Сорт Кримське 15 включений до реєстру сортів рослин України з 2001 року в степовій зоні для використання в зеленому конвеєрі й отримання силосу.

Пізньостиглий гібрид Аграрний 5

Створено методом віддаленої гібридизації стерильної лінії сорго зернового Іскра 2С з лінією сорго цукрового Кримське 15.

Гібрид пізньостиглий, вегетаційний період від сходів до повного дозрівання становить 126-130 днів, призначений для отримання зеленої маси в зеленому конвеєрі в пізні строки (1 декада серпня – I укіс і 2 декада вересня – II укіс), середньорослий 220-250 см, вирівняний по висоті, посухостійкий, стійкий до попелиці, бактеріозу та вилягання. Продуктивна кущистість середня – 1,4. Кущ потужний, прямостоячий, стебло товсте, волоть велика, овальна, прямостояча коричневого забарвлення, довжиною 25-27 см. Листя з темно-зеленою центральною жилкою. Вміст цукрів у соку стебел 15-16%. Листя і волоті з зерном в структурі врожаю займають в середньому 55%. Гібрид при скошуванні на 60 день після сходів швидко відростає, проте й має ефект пізньостиглих, дає два укоси при використанні в зеленому конвеєрі, а в фазі воскової стиглості його можна використовувати для закладки силосу в суміші з соломою (30% за обсягом) і іншими пожнивними залишками. Гібрид високоврожайний. За роки конкурсного випробування гібрид забезпечив урожайність зеленої маси 45,9 т/га, абсолютно-сухої речовини – 19,4 т/га, перевищивши стандарт відповідно на 1,5 і 6,8 т/га. Гібрид Аграрний 5 занесений до

Реєстру сортів рослин України з 2004 року для використання в зеленому конвеєрі і закладки силосу.

Гібрид сорго зернового Даш Е (F1)

Напрям використання: фураж для ВРХ, свиней, птиці, риби, сировина для виробництва етанолу, крохмалю тощо. Фракція насіння: 3,5-4,5 мм. Обробка насіння: фунгіцид Максим XL, антидот Концеп III (можливе застосування ґрунтових гербіцидів Примекстра Голд та Дуал Голд). Упаковка: паперові мішки по 20 кг.

Морфологічні особливості: стебло міцне, висота 100-115 см; коефіцієнт кущення: середній – 2, максимальний – 6; листя широке, темно-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть щільна, ніжка середнього розміру; зерно червоного кольору, без таніну.

Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння 50-55 днів; вегетаційний період 110-120 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна, полягання.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 160000 насінин на 1 га, або 5 кг на 1 га (при масі 1000 насінин 31 г); пластичний гібрид, який може висіватись навіть на змитих та засолених ґрунтах. Урожайність: потенційна 120 ц/га; середня в Україні 57-73 ц/га. Якість зерна: вміст протеїну – 11,3%; вміст крохмалю – 65-74%; вміст жиру – 3,3%.

Гібрид сорго зернового Прайм (F1)

Напрям використання: фураж для ВРХ, свиней, птиці, риби, сировина для виробництва етанолу, крохмалю та іншого. Фракція насіння: 3,5-4,5 мм. Обробка насіння: фунгіцид Максим XL, антидот Концеп III, можливе застосування ґрунтових гербіцидів Примекстра Голд та Дуал Голд. Упаковка: паперові мішки по 20 кг.

Морфологічні особливості: стебло висотою 100-110 см; коефіцієнт кущення: середній – 2, максимальний – 3; листя нешироке, світло-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть рихла, ніжка висока; зерно світло-коричневого кольору, без таніну. Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння 50-55 днів; вегетаційний період 100-110 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна, полягання.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 180000 насінин на 1 га, або 6,3 кг/га (при масі 1000 насінин 35 г); ультраранній гібрид, який може висіватись на всій території України в пізні строки – червень місяць. Урожайність: потенційна 110 ц/га; середня в Україні 51-69 ц/га. Якість зерна: вміст протеїну – 11,3%; вміст крохмалю – 64-74,6%; вміст жиру – 3,3%; танін – відсутній.

Гібрид сорго зернового Свіфт (F1)

Напрям використання: фураж для ВРХ, свиней, птиці, риби, сировина для виробництва етанолу, крохмалю та іншого. Фракція насіння: 3,5-4,5 мм. Обробка насіння: фунгіцид Максим XL, антидот Концеп III, можливе застосування ґрунтових гербіцидів Примекстра Голд та Дуал Голд. Упаковка: паперові мішки по 20 кг.

Морфологічні особливості: стебло висотою 100-110 см; коефіцієнт кущення: середній – 1,2, максимальний – 3; листя нешироке, світло-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть нещільна, ніжка – висока; зерно – коричневого кольору, без таніну.

Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння 50-55 днів; вегетаційний період 105-115 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна, полягання.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 180000 насінин на 1 га, або 5,6 кг на 1 га (при масі 1000 насінин 31г); ранній гібрид, може висіватись в оптимальні строки – до 1 червня. Урожайність: потенційна 110 ц/га; середня в Україні 56 ц/га. Якість зерна: вміст протеїну – 11,3%; вміст крохмалю – 64-74,6%; вміст жиру – 3,3%; танін – відсутній.

Гібрид сорго зернового Сонцедар (F1)

Напрям використання: харчова промисловість – для виробництва борошна, круп, кондитерських виробів, сировина для виробництва етанолу, крохмалю та іншого. Фракція насіння: 3,5-4,5 мм. Обробка насіння: фунгіцид Максим XL, антидот Концеп III, можливе застосування ґрунтових гербіцидів Примекстра Голд та Дуал Голд. Упаковка: паперові мішки по 20 кг.

Морфологічні особливості: стебло висотою 105-115 см; коефіцієнт кущення: середній – 2, максимальний – 4; листя широке, темно-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть щільна, ніжка середня; зерно солом'яного кольору, скловидне.

Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння 50-55 днів; вегетаційний період 110-115 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна, полягання.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 160000 насінин на 1 га, або 5,6 кг на 1 га (при масі 1000 насінин 35 г); інтенсивний ранньостиглий гібрид, можливе вирощування на зрошенні. Урожайність: потенційна 120 ц/га; середня в Україні 52 ц/га (без зрошення). Якість зерна:вміст протеїну – 11,3%; вміст крохмалю – 70-75%; вміст жиру - 3,3 %; танін – відсутній.

Гібрид сорго зернового СПРИНТ W (F1)

Напрям використання: фураж для ВРХ, свиней, птиці, риби, сировина для виробництва етанолу, крохмалю та іншого. Фракція насіння: 3,5-4,5 мм. Обробка насіння: фунгіцид Максим XL, антидот Концеп III, можливе застосування ґрунтових гербіцидів Примекстра Голд та Дуал Голд. Упаковка: паперові мішки по 20 кг.

Морфологічні особливості: стебло міцне, висота 110-120 см; коефіцієнт кущення: середній – 2, максимальний – 4; листя нешироке, світло-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть не дуже щільна, ніжка висока; зерно білого кольору, без таніну.

Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння 55-60 днів; вегетаційний період 115-125 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна, полягання.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 45-70 см; оптимальна норма висіву 180000 насінин на 1 га, або 5,2 кг/га (при масі 1000 насінин 29 г); пластичний гібрид, може висіватись навіть на змитих та засолених ґрунтах. Урожайність: потенційна 120 ц/га; середня в Україні 55-82 ц/га. Якість зерна: вміст протеїну – 11,3%; вміст крохмалю 65-74,6 %; вміст жиру – 3,3%; танін – відсутній.

Гібрид сорго зернового СПРИНТ 2 (F1)

Напрям використання: фураж для ВРХ, свиней, птиці, риби тощо. Сировина для вироблення етанолу, крохмалю та іншого. Фракція насіння: 3,5-4,5 мм. Обробка насіння: фунгіцид Максим XL, антидот Концеп III, можливе застосування ґрунтових гербіцидів Примекстра Голд та Дуал Голд. Упаковка: паперові мішки 20 кг.

Морфологічні особливості: стебло міцне, висота 115-120 см; коефіцієнт кущення: високий – 2,5, максимально – 6; листя широке, темно-зеленого кольору, може мати коричневі плями; волоть щільна, ніжка – середньої висоти; зерно – коричневого кольору, без таніну.

Біологія розвитку: період від сходів до цвітіння: 55-65 днів; вегетаційний період 125-135 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння, полягання.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 70 см; оптимальна норма висіву 160000 насінин на 1 га, або 5,1 кг на 1 га (при масі 1000 насінин приблизно 32 г); гібрид інтенсивного типу. Рекомендовано висівати тільки в зоні Південного Степу. Може бути дуже урожайним на зрошенні. Урожайність: потенційна 130 ц/га; середня в Україні 55-82 ц/га. Якість зерна: вміст протеїну – 11,3%; вміст крохмалю – 65-74,6 %; вміст жиру – 3,3%; танін – відсутній.

Гібрид сорго цукрового Сило 700 Д (F1)

Напрям використання: зелений корм для с/г тварин; заготівля

силосу. Фракція насіння: 3,5-4,5 мм. Обробка насіння: фунгіцид Максим XL, антидот Концеп III, можливе застосування ґрунтових гербіцидів Примекстра Голд та Дуал Голд. Упаковка: паперові мішки по 20 кг.

Морфологічні особливості: висота рослини 180-250 см; листя темно-зелене, широке; стебло міцне; волоть щільна, ніжка волоті – довга; зерно червоного кольору без таніну.

Біологічні особливості: період від сходів до воскової стиглості – 120 днів; гібрид стійкий до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 21, 45, 70 см; оптимальна норма висіву 300000 насінин на 1 га або 5-9 кг на 1 га без зрошування та 9-14 кг на 1 га при зрошуванні (при масі 1000 насінин 35 грам); швидке відростання після скошування. Урожайність: силосної маси 600-650 ц/га; зерна в силосній масі 60-70 ц/га; BMR характеристика – висока ступінь поїдання та перетравлювання зеленої маси (BMR – це генетична характеристика, яка покращує перетравлювання листків і стебел на 8-10%). Якщо таку характеристику мають фуражні гібриди або гібриди сорго-суданкової трави, то в їх стеблах міститься більша кількість целюлози та напівцелюлози і менша кількість неперетравної фракції лігніну. Це забезпечує значний приріст при вирощуванні.

Гібрид сорго силосного SS 506

Напрям використання: зелений корм для с/г тварин; заготівля силосу. Обробка насіння: фунгіцид Максим XL, антидот Концеп III, можливе застосування ґрунтових гербіцидів Примекстра Голд, Примекстра TZ Голд та Дуал Голд. Упаковка: паперові мішки 600 тис. насінин.

Морфологічні особливості: стебло міцне, висота 350-450 см; листя широке, темно-зеленого кольору; волоть щільна, невеликого розміру.

Біологія розвитку: посухостійкій кість – дуже висока; гібрид має високу резистентність до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна, полягання.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 70 см; оптимальна норма висіву 180-210 тисяч насінин на 1 га, або 17-21 насінин на погонний метр; рекомендовані сумісні посіви з кукурудзою у співвідношенні 1:1 (4 рядків сорго, 4 рядка кукурудзи); одна посівна одиниця розрахована на 2,5-3 га в чистому посіві, або 5-6 га в сумісному посіві з кукурудзою. Урожайність: потенційна 700-1400 ц/га. Рекомендований до вирощування в зонах Степу та Лісостепу України.

Гібрид сорго силосного G 1990

Напрям використання: зелений корм для сільськогосподарських тварин; заготівля силосу. Обробка насіння: фунгіцид Максим XL, антидот Концеп III, можливе застосування ґрунтових гербіцидів Примекстра Голд,

Примекстра TZ Голд та Дуал Голд). Упаковка: паперові мішки 800 тис. насінин.

Морфологічні особливості: стебло міцне, висота 300-400 см; листя широке, темно-зеленого кольору; гібрид безкитицевого сорго силосного.

Біологія розвитку: посухостійкійкість – дуже висока; гібрид має високу толерантність до сажки, гельмінтоспоріозу, пліснявіння зерна, полягання.

Технологічні особливості: рекомендована ширина міжрядь 70 см; оптимальна норма висіву 180-240 тисяч насінин на 1 га, або 17-25 насінин на погонний метр. Рекомендовані сумісні посіви з кукурудзою у співвідношенні 1:1 (4 рядки сорго, 4 рядки кукурудзи); одна посівна одиниця розрахована на 4 га в чистому посіві, або 7-8 в сумісному посіві з кукурудзою. Урожайність: потенційна 600-1200 ц/га. Рекомендований до вирощування в зонах Степу та Лісостепу України.

3.6. ПІДГОТУВАННЯ НАСІННЯ ДО СІВБИ

Насіння сорго необхідно готувати ще в період збирання. Це культура пізнього строку дозрівання, тому насіння має підвищену вологість. Щоб довести його до кондиційного стану, необхідно проводити своєчасне збирання й швидке досушування до вологості не вище 13%, якісне сортування та зберігання, краще у мішках. Важливо при очищенні та сортуванні розділити насіння сорго на фракції, оскільки розміри й маса насіння сорго значною мірою впливають на польову схожість. Найбільшу схожість має насіння великих та середніх фракцій. Так, у польових дослідах встановлено, що велика фракція (маса 1000 насінин 25-30 г) має повні сходи 90,3%, середня (20-24 г) – 89,1%, а дрібна фракція (15-19 г) – 70,1%. На ділянках з висівом великих та середніх фракцій насіння сходи з'являються на 2-3 дні раніше, а польова схожість їх на 19-20,2% більша, ніж на ділянках, де висівали дрібне насіння.

Значний вплив на якість насіння має тривалість його зберігання. Як правило, сорго висівається насінням від врожаю минулого року. Проте бувають випадки, коли для сівби використовуються і насіння, що зберігалося два роки і більше.

У дослідах В.І. Тараненко насіння трьох сортів сорго зберігалися протягом 10 років. Щорічно в травні визначали схожість та енергію проростання. Отримані дані показують, що, починаючи з третього року зберігання, насіння сорго швидко втрачає посівні якості. Уже на п'ятий рік зберігання схожість коливається від 54 до 72%, а енергія проростання від 44 до 58%. Насіння сорго цукрового, в якому міститься глюкозид танін, зберігає посівні якості краще порівняно з тими сортами, в насінні яких

танін відсутній (Українське 107).

В останні десятиліття сорго вирощують в нових районах – Західна Сибір, Урал, Білгородська, Курська, Воронезька та інші області Російської Федерації, Північний Казахстан тощо. У цих умовах не всі сорти сорго встигають досягти повної стиглості насіння. Тому вивчення можливості збирання сорго на насіння у більш ранні строки, не чекаючи його повного дозрівання, має велике наукове й практичне значення.

Дослідження з насінням сорго показали, що схожість і життєздатність його змінюється залежно від часу збирання. Так, насіння, зібране в фазу молочної стиглості, має до моменту сівби схожість 32,4-60,0%. Ще нижче стає їх життєздатність, яка не перевищує 58,9%. Насіння, зібране в фазу воскової стиглості, має високі показники схожості та життєздатності. Вони приблизно такі ж, як і при збиранні насіння у фазу повної стиглості, та цілком придатні для сівби. Сила початкового росту, яка показує здатність паростків пробиватися на поверхню ґрунту, у насіння, зібраного в фазу воскової стиглості, знаходиться в межах 62,0-90,0%.

Високі посівні якості зберігає насіння, зібране в повній стиглості. У процесі зберігання у щойно зібраного насіння сорго проходить період післязбирального дозрівання. Якщо у більшості сортів схожість такого насіння спочатку буде низька, то вже через 30 днів вона різко підвищується. Це має важливе господарське значення, і агрономи-насіннєзнавці таке явище в біології сорго повинні знати і використовувати у своїй практичній роботі.

Тому все насіння сорго, особливо зі зниженою схожістю, навесні піддають сонячному або повітряно-тепловому обігріву, яке проводять на відкритих сонячних майданчиках або брезенті протягом 5-9 днів, розстилаючи тонким шаром (15-20 см). Протягом дня насіння кілька разів перелопачують. При поганій погоді в передпосівний період сонячний обігрів можна замінити повітряно-тепловим, використовуючи для цієї мети звичайні сушарки з м’яким режимом, повітронагрівачі типу ТВП-600 або ТВП-400. Встановлено, що при тривалості обігріву 9 днів під дією сонячних променів склала 96%, урожайність зерна – 4,3 т/га, в приміщенні – відповідно 95% і 40, а без обігріву – 82% і 3,4 т/га. Ці дані свідчать про ефективність сонячного обігріву, оскільки насіння не тільки піддається тепловій обробці, але акумулює сонячну енергію, яка потім трансформується в активізацію біохімічних процесів, що відбуваються під час проростання.

За місяць до сівби насіння сорго необхідно протравити. Цей важливий і обов’язковий прийом застосовують проти цвілевих грибів, бактеріальних захворювань, сажки, а також від пошкоджень насіння шкідниками.

Добре відсортоване і з низькою вологістю насіння можна протравити завчасно. Це важливо не тільки з точки зору боротьби з хворобами і

шкідниками, але також для знищення внутрішньої мікрофлори, яка в період зберігання насіння призводить до зниження схожості навіть при вологості їх 12,5-13%. Вивчаючи це питання, Титенок В.В., встановив, що протруювання насіння сорго за 6-12 місяців до сівби фунгіцидом ТМТД (2 кг/т насіння) підвищує польову схожість з 36 до 70%.

На сучасному рівні інтенсифікації сільського господарства з метою збереження навколишнього середовища та поліпшення умов санітарної роботи проводять нові майже нешкідливі і більш ефективні способи обробки насіння сорго – інкрустацію.

Інкрустуванням насіння сорго називається нанесення на його оболонку складу на основі водного розчину полімерного плівкоутворююча, в який введено речовини, необхідні для активації проростання, росту проростків і створення захисного середовища. Полімерна еластична плівка здатна набухати в ґрунті й пропускати воду до насіння.

Ефект від інкрустації полягає в тому, що розчин біологічно активних речовин частково сорбується насінням, а залишкова кількість разом з нерозчинними захисними речовинами закріплюється на оболонці в покритті з проникненням в місця мікротравм, надійно ізолюючи насіння від проникнення патогенної мікрофлори і пошкодження їх шкідниками. Це сприяє отриманню вищої польової схожості навіть при несприятливих умовах ранньовесняної сівби, а також підвищенню здатності продуктивності рослин.

Технологічний процес інкрустування насіння значно покращує умови санітарії при роботі з пилоподібними пестицидами й обробленим насінням. Виключається запилювання і змивання отрутохімікатів з поверхні насіння в навколишнє середовище.

Для обробки використовують склад, що включає (на 1 т насіння):

- ПВС (Полівінілхлорид) – 0,5-1,0 кг;
- біологічно-активні речовини, в тому числі пестициди, з нормою відповідно до інструкцій щодо їх застосування;
- вода обсягом до 50 л.

Суміш готують в окремому приміщенні та тримають у закритій тарі при плюсовій температурі навколишнього середовища. Зазвичай спочатку готують маточний розчин. Для цього в ємність відповідного обсягу засипають 0,5 кг порошку ПВС, заливають 4,0 л води (18-20°С) і перемішують 5-10 хв., потім заливають окропом (90-100°С) до обсягу 10 л. Таким чином, буде отримано розчин ПВС п’ятивідсоткової концентрації. Після охолодження розчину до 30-40°С вносять мікроелементи та поживні речовини (наприклад, 0,4 кг сірчанокислого цинку, 0,5 кг сірчанокислого марганцю, 1,0 кг нітрофоски), а після охолодження до 18-20°С вносять пестициди регламентованими нормами. Перед обробкою насіння розчин розбавляють водою.

Кожні 10 л рідкого розчину, нанесеного на 1 т насіння, підвищують їх вологість на 1%, тому до завчасної (допосівної) обробки використовують насіння, доведене до посівних кондицій, з вологістю на 1-5% менше гранично допустимого значення згідно зі стандартом.

Чим сухіше насіння перед обробкою в межах зазначених норм, тим більшу кількість рідини можна нанести на його поверхню, розбавляючи розчин водою, відповідно зберігаючи дозування складових речовин на 1 т насіння, при цьому склад більш повно обволікає поверхню з проникненням в місця мікротравм і поглиблень, особливо в області зародка у насіння з твердо-структурною поверхнею. Крім того, розчинні біологічно-активні речовини більшою мірою інфільтруються всередину насіння, створюючи сприятливе середовище для інтенсивності початкового росту і життєстійкості. Наприклад, якщо насіння сорго має вологість 9%, необхідна витрата робочої рідини 50 л, 10% – 40 л, 11% – 30 л, 12% – 20 л, 13% – 10 л на 1 тонну насіння.

При інкрустації за 1-3 дні перед сівбою вихідну вологість кондиційного насіння не враховують, а витрату робочої рідини встановлюють на 1 тонну насіння сорго 50 л, тобто 1%-й розчин. Ефект від такої інкрустації найвищий.

Для інкрустації насіння застосовують протруйники барабанного типу, а в окремих випадках можна використовувати звичайні бетонозмішувачі (дообладнані дерев'яною кришкою горловини), які завантажують насінням на 2/3 їх об'єму, заливають відповідну дозу складу і перемішують 5-10 хв. Сівбу сорго здійснюють не раніше ніж через 12-24 годин після обробки. Його можна висівати на 5-7 днів раніше настання оптимальних температур, при цьому норму висіву збільшують на 15%.

Полівінілхлорид хімічно малоактивний, але вимагає індивідуального захисту органів дихання і очей від пилу. При роботі з отрутохімікатами повинні дотримуватися заходи щодо безпеки та виробничої санітарії, зазначені в «Санітарних правилах по збереженню, транспортуванню і застосуванню пестицидів у сільському господарстві» і в «Інструкції з техніки безпеки при зберіганні, транспортуванні та застосуванні пестицидів».

Ще одним способом обробки є гідрофобізація насіння сорго. Це ефективний спосіб передпосівної обробки насіння, при якому воно покривається плівкою, що складається з фентіураму й полістиролу, розчиненого в хлороформі. Фентіурам комплексний пестицид, який захищає насіння від шкідників і хвороб; полістирол, розведений в хлороформі та змішаний з фентіурамом, добре прилипає до насіння при обробці, огортаючи його плівкою. Оброблене таким чином насіння не пліснявіє та не пошкоджується шкідниками.

П'ятивідсотковий розчин полімеру полістиролу готують в герметичних

ємностях. Для приготування 35 л розчину беруть 1750 г полістиролу, заливають його до половини ємності хлороформом і ставлять в гарячу воду (50-60°С), при цьому кришка бідона повинна бути відкритою.

Перегрівати розчин в гарячій воді не рекомендується, оскільки це призведе до великих втрат хлороформу через випаровування. За мірою нагрівання рідини її необхідно періодично помішувати до повного розчинення полістиролу. Потім бідон виймають з водяної бані та доливають в нього хлороформ до 35 л. У розчин додають 7 кг фентіураму, що змочується і ретельно його перемішують до отримання однорідної темно-коричневої рідини. Бідон з готовим розчином закривають кришкою з гумовою прокладкою на засувку. Перед вживанням необхідно ретельно перемішувати рідину.

Обробляти насіння розчином найкраще в звичайній бетономішалці. Для забезпечення роботи однієї бетономішалки ємністю 250 л протягом 7 год. необхідно 100-110 л розчину. На тонну насіння потрібно 10 л розчину.

Перш ніж застосовувати описаний спосіб обробки насіння, слід ретельно його вивчити і суворо дотримуватися правил техніки безпеки. Вивчення цього способу показало, що польова схожість насіння гібрида Зерноград 8, обробленого гідрофобним способом, підвищилася, особливо в ранні строки сівби, на 33-38% порівняно з контролем, а врожайність збільшилася на 15-20%. В оптимальні строки сівби ефективність гідрофобізації зменшується.

Також існують інші плівкоутворюючі препарати, наприклад, для приготування плівкоутворювальної рідини можна використовувати натрієву сіль карбоксиметил целюлози.

Натрієва сіль випускається у вигляді білого або жовтуватого порошку, гранул або волокон. Зарекомендували себе марки технічної солі КМЦ (ОСТ 6-05-386-80): 70/300, 75/400, 85/600 і 85/700.

Повне і швидке розчинення відбувається при нагріванні води до 40-45°С. Солі марок 70/300 та 75/400 з низьким ступенем полімеризації розчиняються в холодній воді протягом 3-4 год., з високим ступенем полімеризації – 10-12 год. Чим вище ступінь полімеризації, тим вище в'язкість і здатність клейкість розчину, а, отже, тонше і міцніше плівка на насінні. Для отримання розчинів необхідної в'язкості слід варіювати витрати натрієвої солі КМЦ. Так, на 10 л води для марок 70/300 та 75/400 необхідно 200 г, а для 85/600 та 85/700 – 100 г.

Технологія інкрустації наступна. В окремих ємностях готують маточні розчини фунгіцидів, мікроелементів і плівкоутворювачів на 20 т насіння. Потім ці розчини перекачують в бак протруйника ПС-10 і додають воду, довівши обсяг робочої рідини до 200 л. Розчин перемішують 15 хв., після чого приступають до інкрустування. Крім протруйника ПС-10, у господарствах необхідно мати ємності для розчинення полімерів,

підігрівачі води та повітря для підсушування насіння з покриттям.

Як плівкоутворювальну основу можна застосовувати також і рідкі комплексні добрива (Рістконцентрат, Кристалоном, Тенсо, Вуксал тощо). Вони рівноцінні плівкоутворювальним полімерам (полівінілхлорид), у той же час стимулюють ріст рослин і підвищують їх продуктивність. З комплексними добривами можна використовувати всі дозволені «Переліком…» протруйники як системної, так і контактної дії.

Робочий розчин для інкрустації тонни насіння зазвичай містить 1,5-3,0 л препаратів, 7 л води і протруювач. Витрата робочої рідини – 10 л на тонну насіння сорго. Уточнення дозування робочого складу встановлюється для кожної партії дослідним шляхом. Якщо насіння на виході з протруювальної машини липне і втрачає сипучість, норму витрати робочого складу зменшують, а при недостатній повноті покриття насіння – збільшують. При цьому концентрація протруйника на поверхні насіння залишається однаковою для будь-якої партії. При нанесенні комплексних добрив на насіння виключається їх додаткове підсушування. У вологому субстраті плівка швидко розчиняється. Інкрустування проводиться на звичайних протруювальних машинах при плюсовій температурі.

Використовувати ЖКП в якості плівкоутворювальної основи запропонували вчені Українського НДІ рослинництва, селекції та генетики. При практично рівному ефекті від фітопатогенів застосування ЖКП порівняно з полімерною плівкою ПВС дешевше і доступніше.

Приготування плівкостворюючих розчинів – це складний і трудомісткий процес. Необхідно ретельно вибирати препарати і точно їх дозувати. Робота значно спрощується при застосуванні готових форм протруйників, які випускає хімічна промисловість.

Як полімерні прилипачі використовуються препарати в розрахунку на 1 тонну насіння, наприклад, Сакруст – 11 кг і Униш – 7 кг. В теперішній час широко впроваджується водний розчин полівінілового спирту (0,5 кг/г в 10 л води). В якості протруйника використовується фентіурам (2 кг/т) або інші препарати. Обробка посівного матеріалу й приготування розчинів проводяться в спеціально обладнаних приміщеннях з дотриманням техніки безпеки. Спостереження у виробничих умовах свідчать про те, що інкрустоване насіння не уражується грибковими захворюваннями, не втрачає схожості та дає добрі сходи при більш ранніх строках сівби.

3.7. СІВБА СОРГО

Науково обґрунтований вибір строків сівби сорго залежить від ґрунтово-кліматичних умов, стану ґрунту, його вологості, біологічних особливостей сортів та гібридів, призначення посіву та специфічних умов вирощування. Так, на богарних землях крайнього півдня, де недостатньо

вологи в ґрунті, сівбу сорго доцільно проводити в гранично стислі строки, тоді як при достатньому зволоженні та зрошенні для продовження використання зеленого корму сівбу соргових культур доцільно проводити в декілька строків. Необхідно встановити такі строки сівби, щоб отримати високі врожаї зерна і зеленої маси, створюючи оптимальні умови для проходження всіх етапів органогенезу.

Найважливіше значення має сприятливе поєднання факторів життя рослин у початковій фазі росту й розвитку. Чим сприятливіші умови для проходження першого і другого етапів, які характеризуються як утворення зачатків стеблових вузлів, міжвузлів, листя, тим вище урожайність біологічної маси. Для сорго, коли проходять зазначені етапи – це сходи-кущіння-стеблування, повинні бути створені сприятливі гідротермічні умови при сівбі в добре прогрітий ґрунт і на оптимальну глибину.

Проведені багаторічні дослідження щодо строків сівби показують, що оптимальним строком сівби є період, коли середньодобова температура на глибині 10 см досягає для сорго зернового 14-16 °С, для сорго цукрового і сорго-суданкових гібридів – 13-15 °С. Такі температури на півдні України зазвичай бувають у ІІІ декаді квітня – І декаді травня.

Дослідженнями динаміки наростання температур у весняний період в різних екологічних пунктах півдня України встановлено, що наростання температури до 14-16°С, а, отже, оптимальний строк сівби настає: для АР Крим – з 3 по 8 травня; для областей: Херсонської – з 7 по 11 травня, Одеської – з 14 по 18 травня, Дніпропетровської – з 16 по 18 травня.

Досліди за кордоном визначили рекомендовані строки сівби: Ростовської області – з 8 по 15 травня, Самарської області – з 18 по 21 травня, Хорезмської області та Каракалпакії – у першій декаді травня, Павлоградської області (Казахстан) – з 15 по 17 травня; для країв: Краснодарський – з 3 по 10 травня, Ставропольський – з 5 по 12 травня; для південних районів Середньої Азії – у першій декаді квітня, інших районів – у другій декаді цього місяця.

При ранніх строках сівби сходи виходять сильно зрідженими та заростають бур'янами. За даними Генічеської дослідної станції, при сівбі сорго в непрогрітий ґрунт (температура 7-8 °С на глибині 10 см) сходи з'явилися через 30-35 днів, а польова схожість знижувалася до 30%. Тому більш ранній строк сівби сорго неприйнятний. За температури ґрунту 14-16°С сходи з'являються на 10-12-й день, а коли температура підвищується до 25-28°С – на 5-6-й день після сівби.

Експериментальні дані свідчать про те, що строки сівби значною мірою впливають на врожайність сорго зернового. Тому необхідно вести роботу з підготовкою ґрунту так, щоб зберегти вологу у верхньому шарі ґрунту й посіяти в ті оптимальні строки, які визначені для тієї чи іншої зони, з метою отримання високих врожаїв.

В умовах Ростовської області (ВНДІ сорго) найбільша врожайність різних сортів і гібридів сорго зернового отримано за сівби в другій половині травня (4,7-5,1 т/га).

В агрофірмі «Україна» Куйбишевського району Ростовської області при сівбі на початку третьої декади квітня (температура 12-13°С) отримали сходи у 38% насіння через 30 днів. За сівби в кінці другої декади травня ґрунт прогрівся до 18-19°С, сходи з'явилися на 10-11-й день у 74% насіння. При сівбі в ще більш пізні строки отримали сходи у 82% насіння на восьмий день. При цьому скорочувався вегетаційний період і підвищувалася врожайність зерна. Тому в господарстві до сівби сорго приступають наприкінці другої декади травня. При цьому щорічна врожайність зерна сорго становить 4,6-5,3 т/га.

В умовах Сибірського НДІ сільського господарства оптимальним строком сівби для сорго цукрового є 30 травня, де отримано найвища в середньому за три роки врожайність сухої речовини – 4,6 т/га.

Оптимальний строк сівби при вирощуванні сортів сорго цукрового в Дагестані – третя декада квітня, який забезпечив максимальну врожайність у неполивних умовах – 45,6 т/га, при зрошенні – 61,2 т/га. В умовах Ростовської області найкращий строк сівби – перша декада травня, який дозволив підвищити врожайність на неполивних ділянках до 34,2 т/га.

Великий інтерес представляють ранні строки сівби для насінницьких цілей. Насіння, оброблене інкрустантом, висівається в ранні строки, дозріває раніше, в більш сприятливий період і може забезпечити отримання високоякісного насіння. Для цього необхідно розробити спеціальну технологію вирощування культури.

Один з важливих прийомів агротехніки сорго – правильна глибина загортання насіння при сівбі, яка залежить від механічного складу ґрунту, його вологості, температури, від сортів і видів сорго, величини, енергії проростання насіння та інших факторів. При сівбі насіння повинні бути покладені на тверде вологе посівне ложе й на найбільш оптимальну глибину з тим, щоб порівняно швидко отримати дружні сходи і високі врожаї зерна і зеленої маси з одиниці площі.

Сорго є дрібнонасінною культурою, тому закладати насіння глибоко не можна, тому що збільшується тривалість періоду «сівба-сходи», знижується польова схожість, рослини після сходів з'являються ослабленими і нестійкими до несприятливих погодних умов. Однак при дуже дрібному закладанні, особливо в умовах посушливих весен, насіння, потрапляючи в сухий ґрунт, не дає сходів. Проведені в різних зонах країни дослідження з цього питання показали, що залежно від призначення посівів і біологічних властивостей сортів глибина загортання насіння буває різна.

Оптимальною і надійною глибиною загортання насіння для

зернового, сорго силосного та трав'янистого слід вважати глибину 5-7 см. При пересиханні верхнього шару ґрунту можна допустити сівбу сорго до 10-12 см, проте з обов'язковим допосівним і особливо післяпосівним прикочування кільчастими катками. Сівбу сорго на глибину 4-5 см можна допустити в тому випадку, коли перед сівбою є високий рівень вологи у верхніх шарах ґрунту. На зрошуваних землях така глибина загортання насіння найбільш прийнятна.

Заслуговує на увагу сівба сорго по борознах стерньовими сівалками СЗС-2,1, СЗС-9. Коли верхній шар ґрунту висушений, сошники цих сівалок її зрушують убік, а насіння сорго закладають у вологий шар. При цьому глибина сівби залишається оптимальною, що сприяє отриманню своєчасних дружних сходів.

Щербак В.Г. зазначає, що одна з головних причин недостатнього поширення сорго полягає у відсутності сівалки, яка дозволила б при будь-яких умовах посіяти сорго у вологий ґрунт. Такою сівалкою, яка відкриває широку дорогу для сівби сорго, є СЗС-9. При бороздковій сівбі сівалкою СЗС-9 створюються кращі умови для швидкості і повноти сходів, накопичення великої кількості вологи, поліпшення температурного режиму, що, в кінцевому рахунку, позначається на отриманні більш високого врожаю, ніж при звичайному рядковому способі сівби сівалкою СУЯ-24А.

У виробничих умовах Херсонської області (Генічеський і Новотроїцький райони) при пересиханні верхнього шару ґрунту глибину загортання насіння збільшують до 9-10 см, але обов'язково після сівби посіви прикочують й отримують повноцінні сходи. У господарствах Новотроїцького району застосовують при сівбі бороздовідкривачі, які ставлять перед сошниками сівалки. Вони зрушують на 3-5 см сухий шар ґрунту в бік, що дозволяє помістити насіння сорго у вологий шар. Однак слід мати на увазі, що більш глибоке (до 9-12 см) закладання насіння сорго є вимушеним, коли верхній шар пересушений. Для цього необхідно збільшити норму висіву сорго на 20-25%, щоб компенсувати зниження польової схожості й отримати задану кількість рослин на одиницю площі. Тому доцільно в кожному господарстві мати страховий фонд насіння сорго.

В умовах недостатнього зволоження спосіб сівби та кількість рослин на одиниці посівної площі має дуже важливе значення. Правильне розміщення рослин сорго на площі є одним з найважливіших умов отримання високих і стабільних врожаїв.

Сорго, будучи високо пластичною культурою, забезпечує досить високі врожаї зерна і зеленої маси у великому діапазоні площ та їх конфігурацій. При розміщенні на одиниці площі малої кількості рослин сорго інтенсивно кущиться, формує великі волоті, і за рахунок цього

утворюється добрий урожай. Якщо посіви загущені, кущіння різко послаблюється, зменшується маса зерна з однієї волоті, проте врожайність не знижується за рахунок збільшення продуктивних волотей на одиниці площі. Така реакція сорго на зміну величини та форми площі живлення зумовила велику різноманітність рекомендованих способів сівби й густоти стояння рослин.

Поширеним способом сівби є широкорядний пунктирний з міжряддями 70 см. Однак численні дослідження показали, що високі врожаї зерна і зеленої маси сорго отримують при ширині міжрядь 60 і особливо 45 см. Це пов'язано з тим, що зменшення ширини міжрядь з 70 до 45 см при однаковій густоті стояння рослин змінює форму площі живлення в бік звуження співвідношення довжини до ширини. Тому в посівах з міжряддями 45 см можна при однаковій площі більш рівномірно розподілити рослини в рядках, які краще забезпечуються живленням, а, отже, збільшити врожайність.

У виробничих умовах ширина міжрядь сорго залежить від наявності посівної техніки. Однак найбільш прийнятними сівалками є ті, які при вмілому підборі висіваючих дисків і розстановці сошників виконують точний висів насіння сорго.

Оптимальну густоту стояння рослин сорго можна встановити тільки відносно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, сортів і гібридів. Так, багаторічні дослідження в умовах Одеської області показали, що пізньостиглий гібрид Степовий 5 забезпечив найвищу врожайність при ширині міжрядь 60-70 см і густоті рослин 120 тис./га, тоді як для середньораннього сорту Єфремовське 2 найбільш прийнятний спосіб сівби з міжряддям 45-60 см при густоті рослин 160 тис./га, а ранньостиглий сорт Горизонт формує найбільшу врожайність за ширині міжрядь 45 см і густоти стояння рослин 200 тис./га. Суцільні посіви з міжряддям 15 см по всіх сортах дали менший урожай, ніж широкорядні. Отже, до вибору ширини міжрядь та густоти стояння рослин необхідно підходити диференційовано, виходячи з наявності сортів у господарстві.

В умовах Степу України багаторічними дослідженнями зазначено, що найбільша врожайність зерна по середньопізньому гібриду Степовий 5 отримано за густоти стояння рослин 120 тис./га, тоді як для середньораннього сорту Генічеське 11 оптимальною щодо формування максимального рівня врожайності виявилася густота стояння рослин 140 тис./га.

Дослідження по гібриду силосного сорго Кормовий 5 показали, що він має широку амплітуду за густотою стояння рослин. Так, найбільша врожайність була сформована при густоті стояння 140 тис./га, проте і за густоти 100 і 160 тис. рослин/га цей показник був достатньо високий. Слід зауважити, що при пунктирній сівбі урожайність вища, ніж при

інших способах висівання насіння.

В умовах Північнокавказьких республік з різноманітними їх зонами спосіб сівби сорго залежить від засміченості поля. На чистих від бур'янів ділянках більш високу врожайність зеленої маси одержано за суцільної сівбі. Наприклад, в 1986 р. на фоні оптимального зволоження і мінерального живлення сухої речовини сорго при суцільній сівбі (густота стояння рослин на 1 га 1,5 млн) отримали 12,7-14,0 т/га, вихід кормопротеїнових одиниць склав 9,9-10,1 т/га. При широкорядних способах сівби (ширина міжрядь 70 см, густота стояння рослин на 1 га 250-300 тис.) відповідно 9,8-11,5 і 8,3-9,6 т/га. На засмічених полях доцільніше використовувати широкорядний спосіб, оскільки він дозволяє проводити міжрядні обробки. У лісостеповій зоні Північної Осетії при суцільному рядковому способі сівби сорго цукрове дало 55,3 т/га зеленої маси, пунктирному – на 2,2 т/га менше.

Максимальні збори зерна сорго отримані при пунктирному способі сівби (міжряддя 70 см); рядкові помітно знижують врожайність. Високі врожаї зерна сорго формуються в степовій зоні – 5,0, в лісостеповій – 3,5-4,0 т/га. Кращим способом сівби в обох зонах є пунктирний з міжряддям 70 см і густотою стояння 300-400 тис./га.

На чорноземних ґрунтах Донецької області вивчався ранньостиглий гібрид сорго зернового Россорго 4 при різних способах сівби. Зміна густоти впливала на ростові процеси рослин: зі збільшенням її знижувалася висота і зменшувалася площа листкової поверхні. Наприклад, при 200 тис. рослин на 1 га при сівбі з міжряддями 15 см ці показники становили відповідно 96,7 см і 974 см^2, при 800 тис. – 75,7 см і 543 см^2. При широкорядній сівбі рослини мали більш потужне й розвинуте стебло: при 100 тис. рослин на 1 га.

Таким чином, в умовах Донецької області ранньостиглі сорти та гібриди (аналогічні Россорго 4) доцільніше висівати суцільним способом, що забезпечує додатковий збір 1,6 т/га зерна порівняно з широкорядним. У роки, зі сприятливими погодними умовами, максимальна врожайність зерна формується за густоти стояння рослин 600 тис. рослин на 1 га посіву з міжряддями 15 см.

На засмічених же ділянках для боротьби з бур'янами необхідно висівати сорго широкорядним способом з густотою стояння рослин на 1 га до збирання врожаю 300 тис. шт.

Вагомий науковий й практичний інтерес представляє вирішення питання густоти посіву сорго в умовах посушливого клімату. Заварзін С.В. зазначає, що для більш повного використання природних ресурсів і потенційних можливостей сорго в технологічному комплексі велике значення має спосіб сівби та густота стояння рослин. При вирощуванні на зерно та силос (Саратовський 80, Саратовський силосний) найбільш

високі врожаї отримують при широкорядних способах сівби (70 см). У посушливих умовах Лівобережжя цей спосіб ефективний і при вирощуванні низькорослих сортів та сортів, які характеризуються слабким кущінням. Досвід показує, що для всіх районованих в Саратовській області сортів і гібридів цей спосіб сівби – основний.

При наявності комплексу машин для сівби та догляду сорго при вирощуванні на зерно (Волзьке 2) і на силос (Кінельському 3) краще висівати з міжряддями 45 см, більш низькорослий сорт скоростиглий 89 – 30 і 22 см, на зелений корм і сіно – з міжряддями 45,30 і 15 см. Але сівба суцільним рядовим способом ефективний при достатньому зволоженні і знищенні бур'янів.

У районах південно-східної мікрозони сорти Кінслійське 3 і Саратовське розлоге так само, як і гібриди Саркін і Сардалі, на зелений корм більш урожайні при широкорядній сівбі. Для сівби сорго зазначеними способами випробувані й показали задовільні результати різні сівалки – РПЛ-6, СУПН-8, ССТ-12Б, СЗУ-3,6, СЗП-3,6 і СЗС-2,1. Висока якість сівби з міжряддями 70 см досягається при використанні сівалки СПЧ-6, а також СУПН-8 і ССТ-12Б при невеликому переобладнанні дисків.

При сівбі з міжряддями 45 см краще використовувати сівалку ССТ-12Б або інші вітчизняні або закордонні агрегати. Зернові сівалки високопродуктивні, але насіння нерівномірно розподіляються за довжиною рядка й закладаються на різну глибину. Такі сівалки доцільно застосовувати при сівбі сорго рядовим способом з міжряддями 15, 22, 30 см.

При рядовому способі в широкозахватних агрегатах рекомендується розставити сошники так, щоб утворити розширені міжряддя для подальших проходів по догляду за посівами.

У Середньоазіатських республіках в умовах зрошення для отримання високого врожаю зерна важливо правильно вибрати схему сівби і визначити густоту стояння рослин. Сівбу проводять пунктирним способом сівалкою СПЧ-6 з міжряддями 70х15-2 з оптимальною густотою стояння на 1 га 190 тис. рослин, на насіння – відповідно 70х35-1 і 140 тис.

Сорго дрібнонасінна культура і закладається на невелику глибину, тому щоб верхній шар ґрунту не висушувався, слід одночасно з сівбою нарізати поливні борозни.

Для запобігання утворення ґрунтової кірки і проростків однорічних бур'янів за 4-5 днів до появи сходів поверхню поля обробляють вздовж напрямку сівби.

В умовах чорноземних ґрунтів Ростовської області з оптимальною кількістю опадів високі врожаї зерна забезпечують сорти при звичайному рядовому способі з шириною міжрядь 15 см. У середньому за три роки врожайність зерна сорго, посіяного з міжряддями 15 см, склала 5,6 т/

га, з міжряддями 70 см – на 1,3 т/га менше. На Целінській і Матвєєво-Курганській сортодільницях Ростовської області в середньому за три роки отримано приріст на рівні 1,9 т/га. У господарствах Волгоградської області поширення набули посіви сорго стерньовими сівалками з шириною міжряддя 22,5-23,3 см, що забезпечують більш високу продуктивність порівняно з міжряддями 70 см.

У дослідах на території Білоглинського району Краснодарського краю в сприятливі роки на посівах з міжряддям 15 см було зібрано зерна сорту Хазін 15 3,6 т/га, з міжряддям 22,5 см – 3,2, а при ширині 45 см – 2,9 т/га, тобто на 0,7 т/га менше, ніж при суцільній рядовій сівбі. Однак, слід зауважити, що в цьому ж господарстві в 1996 посушливому році суцільні посіви на великих площах врожаю зерна не дали внаслідок великої густоти. Тому до способів сівби та норм висіву необхідно підходити диференційовано залежно від ґрунтово-кліматичних умов місця вирощування. Отже, в умовах півдня України доцільним способом сівби вважається пунктирний з міжряддями 70 см, який за будь-яких погодних умовах гарантує стабільні врожаї. При вирощуванні на зерно та насіння оптимальна густота рослин для середньостиглих сортів повинна бути в межах 100-120 тис./га, для ранньостиглих – 140-180, на силос – 100-120 тис./га.

Тільки в тому випадку, коли зимово-весняні запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту перевищують 150 мм, можна сорго на зерно і силос сіяти з міжряддям 45 см з густотою 180-200 тис./га. При використанні на зелений корм слід сорго висівати широкорядним способом з міжряддям 45-70 см та нормою висіву до 300 тис./га. Звичайна рядкова сівба помітно зменшує врожайність як зерна, так і зеленої маси. При вирощуванні на монокорм сорго висівають тими ж способами і нормою висіву, як і на зерно.

Оптимальна густота стояння рослин сорго-суданкових гібридів 300-400 тис. рослин на гектар широкорядним способом 70 і 45 см. При такій густоті стояння рослин після скошування в умовах богарі створюються сприятливі умови для утворення продуктивних пагонів і інтенсивного відростання, де можна отримати ще один-два укоси. При суцільному способі сівби відростання майже не відбувається, а, отже, втрачається врожай зеленої маси.

У посушливі роки, загущені посіви сорго різко знижують урожай зерна і зеленої маси. Так, в умовах сильної посухи деякі насіннєві господарства Криму посіяли насінники сорго сильно загущеними (250-300 тис./га). В результаті сорго від нестачі вологи не викинуло волоті, а отже, не утворило насіння. Тому, щоб отримувати за будь-яких погодних умовах на крайньому півдні України врожай, необхідно при міжрядді 70 см витримувати густоту рослин в межах 80-100 тис./га. У разі незначної зрідженості посівів сорго

здатне в сприятливих умовах до саморегулювання густоти стеблостою, збільшуючи її за рахунок додаткових пагонів з вузла кущіння.

У зв'язку з цим встановленню оптимальної норми висіву слід приділити особливу увагу. Найбільш важливою роботою тут є правильне налаштування сівалки. У більшості сорговисіваючих районах для сівби сорго широко використовують сівалки точного висіву з пневматичними висіваючими апаратами РПЛ-6М, СУПН-8, а також овочеву – СКОН-4,2 і бурякову ССТ-12Б. Сівалкою СУПН-8 сорго сіяти можна тільки після її переобладнання.

Для пневматичних сівалок норма висіву насіння встановлюється за кількістю зерен на погонний метр або на 1 га. Налаштування сівалки на задану норму висіву здійснюється шляхом підбору дисків з певною кількістю отворів і робочих зірочок з різним числом зубів. Кожний отвір диска повинен бути діаметром не більше 1,5-1,8 мм.

Представлені розрахункові величини є теоретичними, і у виробничих умовах слід вносити поправки на пробуксовку опорно-приводних механізмів. Залежно від фізичного стану ґрунту і швидкості руху агрегату поправку на пробуксовку приймають в межах 10-15%. Друга поправка – на різницю між лабораторною і польовою схожістю насіння. Вона становить залежно від складних погодних умов від 15 до 35%, тобто польова схожість нижче лабораторної на зазначені величини. Третя поправка – загибель рослин за період вегетації (при боронуванні, міжрядному обробітку ґрунту, від пошкодження шкідниками, хворобами тощо) досягає, в середньому, 25-30%.

Цю норму встановлюють регулятором висіву за допомогою змін робочої частини котушок висівних апаратів (СКОН-4,2) або передавального числа на висіваючому диску (ССТ-12Б) і підбору їх для дрібнонасінних культур, у тому числі й сорго.

Після налаштування сівалку перевіряють на фактичний висів на майданчику або ґрунтовій дорозі по пробним проходах.

У виробничій практиці можуть бути випадки, коли в господарства насіння сорго надійде з некондиційною схожістю (70-80%). Тому норму висіву необхідно збільшити на 20-30%.

Слід сказати про доцільність впровадження широкорядних пунктирних способів сівби при інтенсивній технології вирощування, використовуючи для цього наявні сівалки пунктирного висіву, що застосовуються при вирощуванні кукурудзи. Тим більше, що всі машини та знаряддя по передпосівній підготовці ґрунту, сівбі, догляду за посівами і збирання кукурудзи можна з успіхом застосовувати і для соргових культур.

При визначенні густини потрібно враховувати посівну придатність і польову схожість, втрати насіння і рослин у період догляду за посівами, доцільно вирішити питання про страховий фонд. Він для сорго повинен

бути в 2 рази більше за відношенням до насіння.

У посушливих зонах основною кормовою культурою є кукурудза. Однак в цих умовах вона формує низьку (7,0-15,0 т/га) урожайність зеленої маси. Щоб збільшити урожай кормів у перехідний період, коли в господарстві ще не відпрацювали технологію вирощування сорго, необхідно сіяти сумісні посіви сорго й кукурудзи широкорядним способом з міжряддям 70 см, що чергуються рядами. Це важливий і поки не використаний резерв виробництва кормів.

Дослідження показали, що найкращим співвідношенням рядів з метою отримання високого рівня врожаю зеленої маси, сухої речовини і більшого виходу кормових одиниць і перетравного протеїну є два ряди сорго і один ряд кукурудзи. Засипка ємностей сівалки СПЧ-6 сорго і кукурудзи, а отже, і схема сівби буде виглядати так: СКССКС (С – рядки сорго, К – рядки кукурудзи).

Для кожної культури підбирають висіваючі диски і зірочки, а також встановлюють глибину сівби. Великий інтерес представляють сумісні посіви сорго, особливо зернового, з соєю, в результаті отримують напівконцентрований корм, збалансований по білку.

У кормовиробництві з'явилася нова культура – амарант, яка є важливим компонентом для закладки сумісних посівів з сорго-суданковими гібридами, суданською травою і сорго цукровим. Такі посіви висіваються при співвідношенні рядів 1:1, вся маса після скошування є збалансованою по білку. Обидва компоненти добре відростають і дають навіть на богарі 2-3 укоси. Найкраща сівалка для сівби цих компонентів – ССТ-12Б, якщо підбирати диски з отворами для дрібнонасінних культур – амаранту й окремо для сорго.

3.8. ДОГЛЯД ЗА ПОСІВАМИ

При інтенсивній технології вирощування догляд у період вегетації для сорго має важливе значення. Це обумовлено повільним зростанням його на початку вегетаційного періоду, в зв'язку з чим створюється небезпека пригнічення культури сходами бур'янів, які в цей період ростуть швидше сорго.

Після сівби сорго першим заходом по догляду є коткування шпоркільчастими катками ЗКК-6. Його необхідно проводити на підвищених швидкостях трактора, щоб після проходу котка більшість грудочок ґрунту, відірваних від нього, опустилися, утворивши мульчуючий шар.

На Кримській дослідній станції при проведенні прикочування посівів сорго врожайність сіна склала 3,4, без прикочування 2,8 т/га. За даними Донського НДІСГ, післяпосівне прикочування підвищувало врожай зеленої маси сорго цукрового на 9,8%, насіння на 12,6%.

Через 4-5 днів після посіву проводиться досходове боронування середніми боронами з метою знищення бур'янів, які знаходяться у фазі вилочки або «білої ниточки». Якщо після посіву настає повернення холодів і сходи сорго на 8-10-й день не з'явились, а паростки сорго знаходяться на 2-3 см від поверхні ґрунту, боронування слід повторити. При цьому знищуються бур'яни після першого боронування до 60%, після другого – до 85%. Якщо боронування провести своєчасно і ретельно, то це може замінити одну міжрядну культивацію.

Після сходів сорго у фазі 5-6 листків можна проводити боронування, проте дуже обережно і тільки легкими боронами ЗБП-06 або спеціальними сітчастими БС-2, або дротяними БП-5,4, БПН-4,2, або ЗБПН-4,2 зі швидкістю агрегату 4-5 км/год. Середніми, а тим більше важкими боронами сходи сорго боронувати заборонено. Якщо боронування легкими боронами сприяє знищенню бур'янів на 60-65%, а пошкоджених рослин сорго становить 14%, то середні борони при знищенні до 70% бур'янів, також знищують і рослини сорго до 35%, а важкі – до 60%. В результаті сходи будуть сильно зрідженими, а врожайність сорго різко знизиться.

Досходове боронування проводять за 3-4 дні до виходу на поверхню паростків сорго, щоб не пошкодити їх зубами борони.

Найбільш небезпечними для сорго є бур'яни-щітинники, які в загальній масі бур'янів іноді становлять 90-95%. Особливістю їх є те, що вони слабкі і легко «вичісуються» зубами борін тільки в фазу проростків. Після виходу на поверхню і деякого вкорінення, маючи всього лише одну пару листочків, вони стають стійкими не тільки до боронування, а й до ряду гербіцидів. До того ж переміщені з грудками ґрунту молоді рослини швидко приживаються.

Після рясних дощів на поверхні ґрунту утворюється кірка, яка перешкоджає нормальному розвитку сходів. Її необхідно негайно зруйнувати. Якщо кірка утворилася до появи сходів, то її руйнують боронуванням, якщо вона з'явилася в період початку сходів сорго, то її боронами руйнувати не можна, оскільки при цьому будуть сильно знищуватися молоді сходи сорго. Для її ліквідації необхідно використовувати ротаційні мотики ЗМБ-2,1, МБ-2,8 або МВН-2,8. Працювати вони повинні на підвищених швидкостях (7-9 км/год.), бажано в агрегаті з гусеничними тракторами, після чого добре руйнується кірка і знищуються сходи бур'янів.

Можна провести букетування загущених посівів, особливо це рекомендується на загущених насінниках сорго. Для цієї мети використовують культиватор КРН-4,2 або КРН-5,6, на яких розставляються робочі органи так, щоб залежно від густоти рослин букети сорго залишалися довжиною 15-20 см, а така ж кількість рослин вирізалася. З цим процесом не слід запізнюватися, його проводять у фазі 3-4 листочків.

Подальший догляд за посівами складається з міжрядного обробітку ґрунту навісними культиваторами КРН-4,2 або КРН-5,6, які добре копіюють мікрорельєф ґрунту, з одночасним внесенням добрив. Завдання культивації – зберегти якомога більше вологи до періоду цвітіння і наливу зерна, знищити бур'яни, забезпечити доступ повітря до коріння сорго.

До міжрядної культивації приступають як тільки чітко позначаться рядки сорго. Першу обробку проводять на першій зниженій швидкості трактора по сліду посівного агрегату, так, щоб стикові міжряддя посіву були стиковими міжряддями і при культивації. На кожній секції культиватора по боках встановлюють плоскоріжучі односторонні бритви, а попереду – двосторонню стріл часті лапу. Обладнаний таким чином культиватор добре розпушує ґрунт і підрізає бур'яни. Для підвищення продуктивності агрегатів і зменшення присипки рослин доцільно застосовувати спеціальні щитки, які встановлюються на стійках поруч з робочими органами культиватора. Глибина першої культивації 10-12 см, наступних – 8-10 і 6-8 см. Другу культивацію проводять через 15-20 днів після першої, третю – через 20-25 днів після другої, залежно від появи бур'янів і ущільнення ґрунту. При проведенні всіх міжрядні культивацій необхідно зберегти ширину захисної зони до 10-12 см.

Агрегати рекомендується обладнати високими пружинними зубами (до 40 см) або ротаційними боронками з двох спарених голчастих дисків. Їх кріплять в просвітах між секціями робочих органів і обробляють ряди гнізд одночасно з міжряддями, добре очищаючи від бур'янів захисні зони. На Зерноградській селекційній станції за три обробки пружинними прополювальними боронками на кожному погонному метрі такої зони знищено в середньому 35 бур'янів, або 92%. При обробці робочі органи розставляють на шість міжрядь (п'ять – повних і два крайніх – наполовину), і культиватор ведуть по слідах трактора посівного агрегату.

Під час проведення другої і особливо третьої культивації, які виконуються на підвищених швидкостях трактора, доцільно проводити підгортання рослин. Підгортання знищує в рядах бур'яни, створює умови для кращої вітростійкості рослин сорго, зменшує температуру біля вузла кущіння, покращує роботу повітряних коренів. Процес підгортання проходить наступним чином. На кожній секції попереду ставлять двосторонню стрілчасту лапу, а замість односторонніх бритв – відвальники-окучники.

При русі агрегату в середині рядка стрілчаста лапа розпушує ґрунт на глибину 10 см, а окучники половину пухкого ґрунту підгортають до рядів сорго. Висока ефективність підгортання буде тоді, коли трактор працює на високих швидкостях. При цьому в міжряддях ґрунт повинен знаходитися в рихлому стані.

З метою поліпшення міжрядного обробітку ґрунту сорго і повного

знищення бур'янів у рядках застосовують удосконалені агрегати КРН-4,2 або КРН-5,6. Глибину розпушування залежно від твердості ґрунту можна регулювати, переміщаючи стійку в хомуті з таким розрахунком, щоб вона працювала на глибині 2-3 см і не ушкоджувала кореневу систему. Виробнича перевірка показала їх високу ефективність при поєднанні зі стрілчастою лапою і прополювальною бороною.

Останній міжрядний обробіток поєднують з високим підгортанням. Для цього використовують стрілчасті й односторонні плоскоріжучі лапи, на які в ті ж хомути вставляють односторонні окучники полицевого типу. Лапи на гряділях переставляють місцями. Для точного формування гребеня по осі рядка два сусідніх підгортальника розміщують чітко один проти одного. Такі окучники мають значні переваги перед лапами-відвальниками КРН-52 і КРН-53. Підгортальники, оптимально формуючи гребінь, знищують в три рази більше бур'янів, ніж стандартні. Вони утворюють правильний лункоподібний профіль міжряддя з дрібно розпушеним шаром ґрунту. Причому грудок діаметром понад 30 мм утворюється менше в два рази. Тяговий опір культиватора з підгортальниками значно нижче – МТЗ-80 може працювати на п'ятій передачі (10,54 км/год.), а зі стандартними – лише на четвертій.

Істотно зменшується засміченість посівів при хімічних заходах боротьби. На початку вегетації сорго сильно пригнічується бур'янами через повільне зростання, і тому на засмічених ділянках сильно знижується врожайність.

Дослідженнями в умовах Республіки Молдова встановлено, що недобір урожаю на засмічених ділянках порівняно з чистими склав: по кукурудзі – 16,9%, соняшнику – 10,1%, по сорго цукровому – 55%. Тому боротьба з бур'янами сорго має вирішальне значення в отриманні високих врожаїв.

У виробничих умовах механічним обробітком ґрунту не завжди вдається очистити сорго від бур'янів. Тому доводиться використовувати хімічні способи боротьби з ними.

Численними дослідженнями встановлено, що найбільш ефективними для сорго є гербіциди триазинової групи: сімазин, атразин, пропазин, прометрин, пропахлор, лінурон, які залежно від кліматичних умов застосовують від 2 до 5 кг/га.

На Генічеській дослідній станції вивчали нові гербіциди лінурон і прометрин, що здатні швидко розкладатися. Їх токсичність проявляється протягом 3-4 місяців, тому вони не мають негативної післядії на інші культури. Добрі результати дає комплексне застосування лінурону 3 кг/га і прометрину 1 кг/га д. р. під передпосівну культивацію.

На півдні Одеської області вчений Щербаков детально вивчав гербіциди триазинової групи. Кращим гербіцидом з цієї групи для сорго

зернового виявився пропазин. Він менше за інших гербіцидів пригнічує сорго і добре очищає поля від бур'янів, у той час як інші гербіциди істотно знижують польову схожість сорго. Особливо чутливим сорго виявилося до симазину (навіть при дозі 2 кг/га), а звідси і низький урожай. Пропазин лише на 1-2,9% знизив польову схожість, що свідчить про його придатність і високу ефективність для сорго.

Встановлено, що гербіциди мають високу ефективність (71,4-99,6%) в боротьбі з бур'янистою рослинністю. Однак ці гербіциди недостатньо надійні в боротьбі з багаторічними бур'янами. Пропазин, а також атразин володіють найбільш високою очисною здатністю, вони пригнічують навіть осот і берізку польову в дозі 2 кг/га. В середньому за 3 роки пропазин забезпечив приріст урожаю зерна сорго близько 40% порівняно з контролем. Розрахунок економічної ефективності показав його переваги.

Гербіциди застосовують у вигляді суспензії. При цьому на обробку гектару наземним способом витрачається 400-500 л води, а авіаобприскуванням 80-100 л. Після обробки гербіцид закладають в ґрунт на глибину 4-6 см. Пропазин погано розчинний у воді, тому він не мігрує за профілем ґрунту, довго зберігаючи токсичність для бур'янів.

Слід особливо підкреслити, що гербіцид ерадікан, застосовуваний під кукурудзу, для сорго абсолютно не придатний. Після його внесення всі сходи сорго гинуть.

Після внесення гербіцидів триазинової групи можна на наступний рік на цих полях розміщувати зернові колосові хліба, цукровий буряк та овочеві культури, де проявляється токсична дія. Тому на полях, де вносили гербіциди цієї групи, на наступний рік слід висівати нечутливі культури – кукурудзу, просо, сорго, сорго-суданкові гібриди і суданську траву.

Таким чином, в умовах крайнього півдня України найбільш доцільно вносити гербіцид пропазин в дозі 2 кг д. р. під передпосівну культивацію на глибину 4-6 см. У боротьбі з дводольними бур'янами на додаток до пропазину як страховий застосовується високоефективний гербіцид групи 2,4 Д. Оптимальні дози амінної солі 2,4 Д – 0,6-0,8 кг/га, ефірів – 0,3-0,35 кг/га д. р. Обприскувати сорго треба у фазу 3-5 листків. Пізніше внесення і висока доза гербіцидів (наприклад, для кукурудзи) призводить до того, що рослини сорго сильно пригнічуються, скручуються в трубку, відстають у рості, на два тижні затягується вегетаційний період і різко знижується врожай. Тому слід дотримуватися встановлених строків обробки посівів цими гербіцидами.

Зниження засміченості посівів сприяє більш інтенсивному росту й розвитку рослин. Збільшуються висота рослин, товщина стебел, кущистість, площа листкової поверхні, урожайність зеленої маси. Якщо на контролі зеленої маси сорго отримували 28,7 т/га, то у варіанті, де використовували пропахлор під передпосівну культивацію і 2,4-Д амінну

сіль в фазі 3-5 листків сорго – 31,8 т/га.

Використовувані гербіциди не впливали на хімічний склад зеленої маси сорго. В середньому за 4 роки у рослин, що знаходяться на контролі, загального азоту (на абсолютно суху речовину) було 1,22%, з використанням гербіцидів – 1,25-1,37%; фосфору – відповідно 0,34%, 0,32-0,35% і калію – 1,57%, 1,52-1,60%.

Найбільш ефективне в боротьбі з бур'янами поєднання механічних і хімічних заходів. Внесення навесні під передпосівну культивацію суміші гербіцидів (пропахлор – 4 кг/га + атразін – 1 кг/га), боронування до появи сходів і міжрядний обробіток ґрунту забезпечили врожайність зеленої маси сорго в середньому за 5 років 32,0 т/га, на контролі (боронування до сходів і в фазі 4-5 і 6-7 листків + 2-3 міжрядні обробки ґрунту) – 29,9 т/га.

В умовах Саратовського Заволжя з хімічних препаратів у боротьбі з однорічними бур'янами ефективні (внесення в ґрунт до посіву) 65%-й з.п. пропахлор (8-9 кг/га), 50%-й з.п. протразін (2 кг/га), 30%-й з.п. толуін (6 кг/га), 48%-й атразін (5 кг/га). У фазі 3-4 листків сорго проти бур'янів ефективна 2,4-Д амінна сіль (1,5-1,8 кг/га за препаратом).

У ВНДІ сорго гербіциди вивчали спрямованим внесенням робочого розчину в зону рядка сорго, при якому на відміну від суцільного обприскування гербіцид потрапляє тільки під завісу листкової поверхні сорго, де знаходиться найбільша кількість бур'янів. Гербіциди вносили за допомогою спеціального пристосування до культиваторів КРН-4,2 або КРК-5,6, обладнаними стабілізаторами. У корпус розподільника увернули штуцери (12 шт. для КРН-4,2 і 16 шт. для КРН-5,6), які з'єднали гнучкими шлангами з розпилювачами. Їх кронштейни прикріпили до рами культиватора. Висоту установки та кут нахилу розпилювачів регулювали за допомогою стійки.

У дослідах застосовували гербіциди агелон, октапон та прімекстра відповідно дозами. Досвід щодо визначення оптимальних строків внесення гербіцидів був закладений за спрощеним варіантом: октапон + агелон. Встановили, що оптимальний строк відповідає фазі 6-8 листків.

Продуктивність сорго залежить від способу, строків застосування і складу суміші гербіцидів.

Метод спрямованого внесення дає суттєву (до 40%) економію пестицидів. З'являється можливість використовувати і жорсткі форми гербіцидів контактної та системної дії, внесення яких суцільним способом неможливе через пошкодження сорго. Наприклад, суміш октапона (1 кг/га) і нагелона (1 кг/га) не можна застосовувати для суцільного обприскування вегетуючих рослин, а внесення під полог листкової поверхні сорго в фазу 6-8 листків дає найкращі результати. У цей період нижня частина стебла сорго надійно захищена першими трьома листами і пошкодження його мінімальне.

При направленому внесенні гербіцидів обприскується тільки рядок. Одночасно з цим міжряддя обробляються лапами культиватора. За один прохід агрегату знищуються бур'яни хімічним і механічним способами, причому на всій площі поля, поліпшуються агрофізичні властивості ґрунту, знижується витрата палива.

У дослідженнях Інституту зрошуваного землеробства НААН в умовах зрошення для боротьби з бур'янами в посівах зернового сорго сорту Горизонт використовували різні гербіциди. Ґрунтові гербіциди (50%-й атразін, 48%-й ласо/атразін, 65%-й рамрод) вносили в ґрунт комбінованим агрегатом одночасно з передпосівною культивацією. Страховий гербіцид, 15%-ий майазин, застосовували по вегетуючим рослинам у фазі 1-2 листочків у бур'янів, 2,4-Д амінною сіллю обприскували всі варіанти в фазі 3-5 листків у сорго.

Дослідження показали, що у фазі сходів перед проведенням механізованих і ручних прополок на ділянках, де не вносили ґрунтові гербіциди, було 67,5-75,4 бур'янів на 1 м^2, при використанні ґрунтових гербіцидів засміченість знизилася більш ніж в 9 разів. Надалі механізований догляд, ручні прополки, а також застосування страхових гербіцидів знизило засміченість посівів сорго, однак і в фазі викидання на другому контролі (механізований догляд) бур'янів було в 3,7-5,2 рази більше, ніж на ділянках, де вносили ґрунтові гербіциди. Використання по вегетуючих бур'янах майазина не спричинило ефективної дії. Аналогічна закономірність відзначена і в фазі повної стиглості зерна. Гербіциди надавали інгібуючу дію не тільки на бур'яни, а й на рослини сорго. Площа листя в першому контролі в середньому за три роки була 76,4 тис. м^2/га. Атразин зменшив цей показник на 6,4 тис. м^2. Менш гальмівну дію надав рамрод: величина листової поверхні при його застосуванні була на 2,7 тис. м^2/га більше, ніж у варіанті з атразином. Однак більш значно пригнічували рослини сорго бур'яни. У варіанті з механізованим доглядом і застосуванням майазина в результаті високої засміченості розміри листкової поверхні досягли тільки 53,7-56,6 тис. м^2/га, що на 16,1-19 тис. м^2/га менше, ніж з використанням рамрода.

Оскільки стан листкової поверхні значно впливає на життєдіяльність рослин, то її розміри вплинули на накопичення зеленої маси. В середньому за три роки у варіанті з рамродом зеленої маси було стільки ж, як і при ручних прополках, трохи менше з застосуванням ласо/атразину й атразину, значно менше – при механізованому догляді й у варіанті з майазином.

Різна засміченість посівів та неоднакова інгібуюча дія гербіцидів на рослини сорго вплинули в період вегетації на світловий, водний і харчовий режими, що, в кінцевому підсумку, відбилося на врожайності зерна сорго і окремих елементах структури врожаю.

Таким чином, найбільш ефективними з досліджуваних ґрунтових

гербіцидів є рамрод: застосування його при передпосівній культивації забезпечило врожайність зерна в середньому за три роки 8,5 т/га і знизило собівартість 1 ц на 26%.

3.9. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ПРИ ЗРОШЕННІ

Культура сорго вдало поєднує в собі виняткову посухостійкість і високу чутливість на додаткове зволоження. Здатність економно витрачати вологу на створення одиниці врожаю свідчить про високий потенціал його використання для вирощування на ділянках з обмеженим водозабезпеченням. Крім того, сорго відрізняється підвищеною солевитривалістю і може формувати високі врожаї зерна й зеленої маси при порівняно високих концентраціях солей в ґрунті. При цьому воно виносить з урожаєм велику кількість з'єднань натрію і магнію, зменшуючи тим самим засоленість зрошуваних земель. Характерно, що сорго є не тільки солестійкою культурою. Вона добре виносить солі з солонців, витримує вторинне засолення і дає високі врожаї. Проведені дослідження в умовах Мартинівського району Ростовської області показали, що на поле вторинного засолення в умовах зрошення врожайність зерна гібрида сорго Кубанський 10 склала 8,4 т/га, зеленої маси сорго-суданкового гібрида Стиглостебельний 3 – 54,4, гібрида сорго силосного придонських 1 – 69,5, а гібрида кукурудзи – 25,2 т/га.

Дослідження Дагестанської дослідно-меліоративної станції показали, що соргові культури виносять з метрового шару ґрунту від 31 до 74 т/га солей, в тому числі хлориди і сульфати. Винос солей відбувається через транспірацію їх разом з водою рослинами, і крім того, припиненням процесу накопичення солей в поверхневому шарі ґрунту, зайнятому рослинами сорго. Від поливу водою безпосередньо з Каспійського моря з вмістом солей від 4 до 8 г/л сорго силосне забезпечило врожайність зеленої маси 52,7 т/га (при перед поливному порозі 90% від НВ), тоді як без зрошення – врожайність становила 4,0 т/га.

За даними Каховської зрошуваної сортодільниці, у гібриду сорго зернового Степовий 5, у середньому за п'ять років, урожайність зерна при зрошенні склала 7,9, а зеленої маси у гібриду сорго силосного Кормовий 5 – 129,8 т/га. На Скадовській сортодільниці Херсонської області гібрид Ставропольський 1 забезпечив урожайність зерна на рівні 10,6 т/га, на Артемівській сортодільниці Донецької області гібрид Кубанський 10 – 10,5, при врожаї кукурудзи 7,5 і 9,0 т/га. В агрофірмі «Україна» Генічеського району Херсонської області стійкі врожаї зерна на зрошенні отримують по сорту Генічеське 11 (в межах 7,0 т/га), на Генічеській дослідній станції урожайність зерна гібрида Степовий 5 склала 10,4 т/га.

У Кримському аграрному університеті новий середньоранній

гібрид Кримдар 10 забезпечив урожайність зерна 10,7, а на Радянській сортодільниці – 10,4 т/га. У господарстві «Батьківщина» Роздольненського району Криму в умовах зрошення у скоростиглого гібриду Кримський 12, який дозрів наприкінці серпня, отримано врожайність сухого зерна на рівні 10,3 т/га, тоді як пізньостиглий гібрид кукурудзи ЗПСК-704, який дозрів 10 листопада, тобто на 70 днів пізніше, сформував урожайність зерна на 2,5 т/га нижче (7,7 т/га). Сорго-суданковий гібрид Стиглостебельний 3 на Радянській сортодільниці АР Крим за три укоси дав 178,6 т/га.

На південних чорноземах Середнього Поволжя гібриди сорго цукрового Придонське 1, Силосне 72 забезпечують урожайність зеленої маси у межах 15,0-35,0 т/га, що істотно більше за районовані гібриди кукурудзи.

В умовах Неклiновського району Ростовської області при поливах 80% НВ у шарі 60 см у гібрида сорго Придонське 1 урожайність зеленої маси після 2-3 поливів у фазі воскової стиглості зерна становила 71,4 т/га, а за два укоси – 81,2 т/га.

У виробничому досвіді в умовах Скадовського району Херсонської області зібрали зерна сорго при зрошенні 6,1 т/га, а в агрофірмі «Україна» цього ж району – 7,3 т/га.

Сорго економно витрачає вологу, в той же час воно реагує на додаткове зволоження. Для вирощування 1 ц зеленої маси сорго потрібно 5-6 м^3, 1 ц зерна – 70-80 м^3 води. Вода необхідна рослинам протягом усього життя. Проте в окремі періоди вони особливо потребують її. Найбільш критичний з них – фаза перед викиданням волоті. У цей час необхідні поливи.

Зрошення не тільки збільшує врожайність, але і покращує якість корму й збільшує вміст у ньому волоті з зерном. Урожайність сорго залежить від строків і кількості поливів. Особливо висока дія поливів на продуктивність зернових видів сорго карфського, хлібного і негритянського, які підвищують урожайність зерна на поливі в 1,5-3,0 рази. Тут технологія вирощування сорго відрізняється від богарного землеробства тим, що має можливість регулювати водний режим ґрунту, застосовувати високі дози добрив, які в поєднанні з високою агротехнікою забезпечують отримання високих врожаїв.

У польових зрошуваних сівозмінах сорго слід розміщувати після кукурудзи на зерно і силос, коренеплодів, післяукісних та пожнивних культур, сої та сорго; в кормових сівозмінах – після силосних культур, коренеплодів, бобово-злакових сумішей, багаторічних трав, зернобобових і сортових культур. В умовах зрошення при вирощуванні сорго змінюються вимоги до деяких агротехнічних прийомів. Підвищуються вимоги до боротьби з бур’янами, її починають ще з осені. При посушливій осені доцільно провести поливи невеликими (200-250 мм) нормами з метою

провокації росту бур'янів, щоб в подальшому знищити їх дисковими боронами БДТ-7.

Після попередників, що рано збирають, поле обробляють за системою напівпару. Ефективний поливний напівпар, коли по вирівняній поверхні проводять провокаційні поливи дощуванням нормою 300-400 м^3/га. При появі бур'янів їх знищують. Якщо ґрунт сильно висушений, проводять передорний полив нормою 400-500 м^3/га. Для ліквідації багаторічних бур'янів перед оранкою проводять два лущення: перше на 8-10 см дисковими знаряддями, друге на 12-14 см корпусними лущильниками з подальшою оранкою на 27-30 см.

На засолених землях при глибокому заляганні ґрунтових вод ефективним є вологозарядковий полив нормою 900-1000 м^3/га. На сильно засолених ґрунтах з осені ведуть промивні поливи при спостереженні за рівнем ґрунтових вод. Після них необхідно вносити підвищені дози гною з глибоким закладенням. Вся система обробітку ґрунту у весняний передпосівний період повинна бути спрямована на підтримку орного шару в пухкому стані, щоб запобігти підняттю солей у верхні шари ґрунту.

Важливо правильно розподілити мінеральні добрива. При отриманні високих врожаїв доцільно вносити підвищену дозу добрив на гектар. Розподіляється ця норма наступним чином: 1/3 азоту, весь фосфор та калій припосівного добрива – під основний обробіток, решта азотного добрива – під передпосівний обробіток. При багатоукісному використанні ефективне застосування азотного підживлення під кожен укіс. В цьому випадку 1/3 азоту вносять під передпосівну культивацію, а решту – під другий і третій укіс.

За даними Генічеської дослідної станції, найбільш ефективними є азотно-фосфорні добрива. При цьому гранульований суперфосфат (0,4-0,5 т/га) вносять під зяблеву оранку, а аміачну селітру (0,5-0,6 т/га) – під ранню або передпосівну культивацію.

При проведенні чотирьох вегетаційних поливів загальною зрошувальною нормою 2000 м^3/га зафіксовано підвищення врожайності зерна майже втричі.

Чутливе сорго на добриво і при вирощуванні його на силос. При внесенні добрив $N_{120}P_{90}$ на дослідах Генічеської дослідної станції приріст урожаю зеленої маси з зерном в молочно-восковій стиглості складав 20,0-22,0 т/га при врожайності на ділянках без добрив – 48,0-50,0 т/га. Це дає можливість додатково отримувати з кожного гектара 5,5-5,6 т кормових одиниць і 0,6-0,7 т сирого протеїну.

На зелений корм кращі результати забезпечує вирощування сорго-суданкових гібридів за інтенсивною технологією, при якій передбачається в якості обов'язкового заходу застосування азотних і фосфорних добрив. В умовах Генічеської дослідної станції приріст урожайності зеленої маси

гібрида Присиваське 1 від внесення зазначених кількостей добрив становив 64,0-66,0 т/га. Як правило, отримують не менше трьох укосів цього гібрида, причому при дробовому застосуванні добрив (120 кг азоту під культивацію і 60 кг для підживлення) спостерігається підвищення частки другого укосу в загальному врожаї. При загальному зборі зеленої маси 119,6 т/га другий укіс забезпечив урожайність зеленої маси 64,0 т/га, або 54%. Без добрив урожайність зеленої маси з двох укосів дорівнювала 53,3 т/га, у тому числі другий укіс – сформував 21,0 т/га, або 39%.

Щоб отримати дружні сходи, а, отже, сформувати високі врожаї, необхідно виконати ряд заходів. Навесні проводять закриття вологи боронуванням і вирівнювання поверхні вирівнювачем ВП-8, шлейф-боронами та іншими знаряддями. Залежно від засміченості проводять 2-3 передпосівні культивації; останню на глибину загортання насіння.

Оптимальний строк сівби сорго, коли ґрунт прогріється до 13-15°С. Глибина загортання насіння становить 4-6 см. Способи посіву та норми висіву залежать від сорту і господарського використання сорго.

Для сортів сорго зернового основним способом посіву є широкорядний з міжряддями 70 см (сівалки СПЧ-6М, СУПН-8). Норма висіву при достатньому рівні мінерального живлення і раціонального режиму зрошення повинна бути для ранньостиглих сортів 300-350 тис. штук на гектар, середньостиглих – 250-300 і пізньостиглих – 150-200 тис. штук. Тут можливий посів суцільним способом. Якщо в богарних умовах оптимальною густотою є 80-100 тис. рослин/га, то при густоті рослин 250 тис./га.

Для використання на монокорм і зернофураж доцільно висівати скоростиглий гібрид Зерноград 8, а також сорт Кримбел та середньоранній гібрид Кримдар 10. На зелений корм, силос і в змішаних посівах з кукурудзою і соєю слід використовувати сорти сорго цукрового Крисакор і Силосне 3, гібриди Кормовий 74 нормою 250-300 тис./га. На зелений корм при укосі слід висівати сорго-суданкові гібриди Стиглостебельний 3, Сократор 87 та суданську траву багатоукісну з нормою висіву 1,0-1,5 млн схожих зерен на гектар.

Особливу увагу в технології вирощування сорго при поливі слід приділити раціональному режиму зрошення. На поливних землях завжди є можливість отримання своєчасних і дружніх сходів. В умовах посушливої весни проводять вологозарядковий полив нормою 600-700 $м^3$/га з тим, щоб створити сприятливий водний режим для проростання насіння і в початковий період вегетації.

Сорго добре реагує на додаткове зволоження при невеликих зрошувальних нормах. Тому при дефіциті поливної води важливо застосовувати економічно доцільний режим зрошення. На каштанових солонцюватих ґрунтах нижча межа зволоження в першу половину вегетації

повинна бути не нижче 80% НВ, після викидання волоті – 70% НВ. Для південних чорноземів і темно-каштанових ґрунтів раціональний режим зрошення сорго становить 70-75% НВ за періодами розвитку рослин.

За вегетацію сорго в посушливі роки проводять 6-7 поливів, у середньо-посушливі – 4-5, у вологі – 2-3 поливи. Перший полив проводять під час кущіння сорго дощуванням нормою 350-400 м^3/га, другий – у період трубкування, третій і четвертий – перед викиданням волоті і після цвітіння, п'ятий – в фазу наливу зерна; у вологі й середньо вологі роки проводять 2-3 поливи: в фазу трубкування, викидання волоті та формування зерна. Поливна норма при зрошенні дощуванням в першій половині становить 400-500 м^3/га, а від викидання волоті до молочно-воскової стиглості – 600-650 м^3/га. При дефіциті поливної води значення набувають поливи в критичні періоди росту й розвитку рослин. Для сорго це фази: трубкування – викидання волоті та цвітіння – формування зерна. При жорсткому режимі зрошення вегетаційні поливи слід приурочувати до цих періодів, що дає найвищу їх ефективність.

При вирощуванні сорго-суданкових гібридів, суданської трави та сорго цукрового з багаторазовим скошуванням для використання на зелений корм, сінаж і сіно додаткові поливи проводяться ще після кожного укосу нормою 600 м^3/га.

На кам'янистих і низькородючих ґрунтах Криму поливи необхідно подвоїти і проводити залежно від вологості ґрунту, яка повинна бути в метровому шарі не нижче 75% НВ.

У зрошуваних районах використовуються для зрошення наступні машини: «Фрегат», «Кубань», «Дніпро», «Волжанка», ДДА-100 або закордонні дощувальні машини.

Слід зазначити, що при проведенні поливів, що пришвидшують появу сходів, можна використовувати тільки зрошувану установку «Кубань», яка, роблячи «м'який» полив, не утворює щільної ґрунтової кірки, і сходи сорго через неї нормально пробиваються. Зрошувані машини «Дніпро» і «Фрегат» для цього не придатні. Після їх поливу утворюється сильна кірка, яку молоді рослини не в змозі пробити, від чого і гинуть. Для цього краще проводити допосівний полив нормою 550-600 м^3/га, потім насіння сорго посіяти на глибину 4-6 см на тверде вологе ложе.

При догляді за посівами сорго обов'язковою є боротьба з бур'янами. При появі сходів бур'янів, у фазі рослин сорго 3-5 листків проводиться обробка страховими гербіцидами 2,4 Д у вигляді амінної солі з розрахунку 0,6-0,8 кг д.р./га.

Всі агротехнічні заходи і збирання врожаю на зрошенні проводяться так само, як в неполивних умовах, які були розглянуті веще.

Сорти сорго проявляють різну чутливість до добрив та зрошення. Високу чутливість на мінеральні добрива в умовах зрошуваного

фону показали Волзьке 3, Кубанське 126, Сордан 216, Стиглостебельний 3, Ставропольський кормовий. Отже, рівень врожайності кращих з них забезпечує можливість впровадження сортових культур в зрошенні для стабілізації кормовиробництва й підвищення ефективності використання зрошуваних земель.

Підтримка диференційованої глибини зволоження в поєднанні з мінеральними добривами забезпечує максимальний вихід кормових одиниць при високій збалансованості протеїном.

В умовах зрошення на світло-каштанових малогумусних ґрунтах Волгоградської області в дослідженнях використовували сорго цукрове сорту Камишинське 8 і гібрид Придонське 1 з метою отримання кормів при внесенні різних доз добрив. Поливні норми відповідно складали 330 і 600 м^3/га.

Режим зрошення та відмінності сортів не виявили істотний вплив на хімічний склад і поживність зеленої маси; добрива підвищували вміст протеїну та знижували вміст клітковини. В умовах Волго-Донського межиріччя можна отримувати два укоси: врожайність першого – 36,6-63,0 т/га (45-60% всього валового збору), другого – 28,6-55,7 (32-45%), третього укосу залежить від умов початку осені (6,5-11,0 т/га, 7-9% від загального врожаю), при цьому висота рослин досягає лише 30-50 см.

Як показали результати досліджень, підтримка диференційованого режиму в поєднанні з підвищенням фону мінеральних добрив забезпечує по сорту Камишинське 8 врожайність зеленої маси на рівні 80,0, по гібриду Придонське 1 – 100,0 т/га. Витрата зрошувальної води на 1 ц зеленої маси сорго Камишинське 8 склала в середньому 550 м^3, гібрида Придонське 1 – 461 м^3.

3.10. ПРОМІЖНІ ПОСІВИ СОРГО

Проміжні посіви сорго – це пожнивні та післяукісні посіви, які слід розглядати як додаткове джерело отримання зелених кормів. Вони сприяють зниженню засмічення полів, запобіганню ґрунту від водної та вітрової ерозії. Особливо ефективні пожнивні й післяукісні посіви в умовах зрошення. На богарі такі посіви дають врожаї тільки в роки, коли в другій половині літа немає тривалих суховіїв і випадає достатня кількість опадів. Виключно важливе місце в кормовому балансі займають зелені та соковиті корми, додатковим джерелом яких можуть служити посіви післяукісних і післяжнивних культур, що дають значну кількість кормової продукції. Доцільність таких посівів у можливості використовувати їх врожаї в другій половині літа і на початку осені, коли надходження зелених кормів з весняних посівів різко скорочується.

Проміжні посіви ефективні в тих випадках, коли на кожну 1000 суми

температур за пожнивний період випадає не менше 60 мм опадів. Це відповідає багатьом південним районам. Сорго здатне економно витрачати вологу й добре підходить для таких посівів. Найчастіше в якості післяукісної культури сорго висівають після різних бобово-злакових та інших рано збираних сумішей на сіно, зелений корм і силос. Для пожнивної культури необхідні відповідні метеорологічні умови пожнивного періоду. У південних районах України вони цілком задовільні. Основні культури збирають тут в кінці червня – початку липня. Тому можливий вегетаційний період становить понад 100-120 днів з сумою позитивних температур близько 2200 °С.

У багатьох районах України безморозного періоду та суми позитивних температур цілком достатньо для вирощування повторних посівів сорго цукрового і сорго-суданкових гібридів. Це культури пізнього строку сівби та вимагають більш високих температур для свого проростання.

Проміжні посіви, в умовах наростаючої температури і укороченого світлового дня другої половини літа, суттєво скорочують вегетаційний період; розвиток рослин проходить значно швидше. Період від посіву до дозрівання у сорго цукрового становить 80-85 днів, у сорго-суданкових гібридів - близько 70 днів, тоді як при весняному посіві він дорівнює 120-140 днів. У проміжних посівах соргові культури формують високий рівень урожайності зеленої маси, навіть, у гостропосушливі роки. Так, у сорго цукрового при посіві 10 червня він становить 12,9 т/га, у сорго-суданкових гібридів – 19,0-21,0 т/га, а при посіві 10 липня – 7,0 і 11,0 т/га, відповідно. За використання проміжних посівів скоростиглих сортів та гібридів сорго можна отримувати врожаї не тільки зеленої маси, а й зерна. Так, за сівби 10 липня сорт сорго зернового Скоростигле 89 сформував урожайність зерна на рівні 2,2 т/га. У господарстві Волгоградського СХІ «Гірська поляна» при зрошенні сорго цукрового отримано 30,2-41,2 т/га зеленої маси.

Високі врожаї зеленої маси збирають в господарствах південних районів при зрошенні – 20,0-25,0 і 30,0 т/га. У господарстві «Крепінське» Багаївского району Ростовської області сорго-суданковий гібрид Ростовський 3 дає 35,4-39,5 т/га при вологості в метровому шарі протягом усього вегетаційного періоду не нижче 70-80% НВ.

Проміжні посіви по кормовим якостям перевершують весняні посіви. Рослини при однакових фазах розвитку містять значно більше азоту та інших поживних речовин. У них протеїну на 1-1,5% більше, ніж у рослинах весняного посіву.

У дослідах Ставропольського НДІ сільського господарства сорго протягом трьох років висівали післяукісно після збирання суміші озимої вики з пшеницею на сіно. Календарно збирання бобово-злакової суміші припадало на третю декаду травня. Відразу ж після збирання суміші

проводили дворазове боронування важкою дисковою бороною на глибину 8-10 см і широкорядний посів (70 см) з наступним коткуванням.

За сівби сорго по зябу приблизно у той самий строк (25 травня) зеленої маси було зібрано 35,0 т/га, а післяукісний посів 27 травня дав 19,8т/га, а на контролі 38,8 т/га. Урожайність зеленої маси проміжної культури – суміші озимої вики з пшеницею – склала 14,6 т/га. В середньому за три роки післяукісні посіви сорго дали по 17,8 т/га і бобово-злакова суміш по 14,5, а в сумі 32,3 т/га збагачена завдяки віки протеїном зеленої маси. З основного посіву сорго зеленої маси було отримано 29,8 т/га.

Посіви сорго в якості пожнивної культури ще більшою мірою залежать від наявності вологи в ґрунті перед посівом. При вирощуванні сорго в післяукісних і післяжнивних посівах важливе значення мають добрива, які ефективні за вирощування в неполивних умовах при внесенні їх під першу культуру, а на зрошенні – і під сорго, що йде повторно.

Висока пластичність сорго до строків сівби дозволяє вирощувати його як в основних, так і у проміжних посівах. Причому в післяукісних посівах після культур, що рано збираються, (озимих – ріпаку, жита, пшениці з викою на зелений корм) на зрошенні врожайність сорго не нижче, ніж у основних посівах. Так, на зрошуваній ділянці Кримського сільськогосподарського інституту після збирання озимого ріпаку на зелений корм, врожайність якого склала 40,0 т/га, вирощують сорго. За два укоси отримали 86,5-99,0 т/га зеленої маси суданської трави (Фіолета, Багатоукісна), сорго-суданкові гібриди (Таврійський 9, Стиглостебельний 3) і 85,0-90,7 т/га силосної маси нових гібридів сорго цукрового (Аграрний 3, Аграрний 7 і сорт Крисакор).

Високі врожаї зерна забезпечують ранньостиглі сорти та гібриди сорго в пожнивних та післяукісних посівах. Так, в господарстві «Дружба народів» АР Крим в зрошуваних умовах був отриманий врожай зерна озимого ячменю – 5,6 т/га, потім пожнивно посіяний скоростиглий сорт сорго зернового Ранній 28, який у жовтні дав ще один урожай зерна – на рівні 6,0 т/га.

Післяжнивні та післяукісні культури вимагають специфічної агротехніки. Обробляти ґрунт слід з урахуванням попередників, механічного складу, його вологості та інших параметрів. Неполивні ділянки після попередників одразу після збирання лущать для кращого поглинання природної вологи атмосферних опадів. При достатній вологості ґрунту оранку проводять на глибину 14-15 см, при сухому верхньому шарі ефективне лущення на глибину 10-12 см.

Ці два прийоми треба проводити одночасно з боронуванням і коткуванням, а при нестачі вологи ґрунт треба двічі накочувати - до і після посіву. При зрошенні розпушення орного горизонту сприяє кращій аерації та підвищує вологоємність, що має важливе значення для раціонального

використання поливної води.

На півдні України після озимих колосових культур доцільно застосовувати оранку на глибину 20-22 см з одночасним боронуванням і передпосівною поливною нормою 800-900 м^3/га води.

Одна з основних умов вирощування високих урожаїв сорго в проміжних посівах – стислі строки сівби. Запізнення на 10-15 днів знижує врожаї на 25-50%, оскільки тривалість вегетаційного періоду обмежена і знижуються темпи зростання через скорочення інтенсивності сонячного випромінювання. Рослини формують менш потужну кореневу систему і наземну масу.

Післяукісні та післяжнивні посіви проводять для сорго цукрового широкорядним способом, для сорго-суданкових гібридів рядовим – 0,8 млн і широкорядним з міжряддями 60-70 см – 0,6 млн схожих зерен на гектар. Догляд та збирання врожаю такі ж, як і на основних посівах. При зрошенні використовують вегетаційні поливи нормою 400-500 м^3/га, що дозволяє підтримувати вологість ґрунту не нижче 70-75% ПВ. Післяжнивні посіви сорго поливають після сходів, а за вегетацію 2-3 рази; зрошувальна норма складає 2100-2800 м^3/га.

3.11. ПЕРЕДЗБИРАЛЬНА ДЕСИКАЦІЯ ПОСІВІВ

Особливістю сорго є те, що ця культура сильно кущиться, в результаті на основному стеблі зерно сорго може при дозріванні мати вологість 13-15%, тоді як при збиранні – 25-35%. Зібране з такою вологістю зерно в буртах через добу пліснявіє і втрачає не тільки посівні, але і кормові якості. Його відразу ж після збирання необхідно консервувати або обробляти хімічними речовинами, з тим, щоб зерно підсихало на корені. Такі хімічні речовини називаються десикантами. Такі препарати висушують рослини на корені, прискорюють дозрівання рослин у передзбиральний період та створюють сприятливі умови для механізованого збирання врожаю.

Результати досліджень свідчать, що ефективність десикантів більшою мірою залежить від температурного режиму, вологості повітря й ґрунту, від строків і способу обприскування посівів та біологічних особливостей сорту сорго. Як десикант найчастіше використовуються: хлорат магнію, реглон, сечовина, аміачна селітра і хлористий натрій. Дія їх заснована на порушенні водного режиму, руйнуванні хлорофілу, а отже, припиненні фотосинтезу, вуглеводного та білкового обміну. В результаті з листя і стебел поступово переходить відтік пластичних речовин в зерно. Вони повільно всихають, прискорюючи процес дозрівання.

Цікаві дослідження провели в Одеській області на сорті Горизонт. Результати свідчать, що досліджувані десиканти навіть у невеликих дозах вже через 2-3 дні добре підсушують листя. Вологість

зерна і стебел під впливом десикації знижується повільніше, ніж листя. Вологість зерна на контролі за 16 днів знизилася тільки на 12,7%. Найкращі результати показали посіви, оброблені хлоратом магнію і реглоном, де вологість зерна за цей період знизилася на 20,1-21,7% і наблизилася до базисної. Позитивні результати отримані також у варіантах з використанням сечовини, аміачної селітри і хлористого натрію. Урожайність зерна практично не змінилася, проте зафіксована тенденція до її зменшення. Тільки при внесенні великої дози хлорату магнію (20 кг/га) урожайність зерна істотно зменшується (на 0,6 т/га) одночасно зі зниженням маси 1000 зерен, мабуть, через передчасного та швидкого порушення фотосинтетичної діяльності листя від десикації. При десикації сечовиною і хлористим натрієм є тенденція на деяке збільшення врожайності зерна, а також вмісту сирого білка, особливо при обробці сечовиною. Тут він виступає і як десикант, так і як азотне добриво.

Таким чином, десикація сорго є ефективним прийомом прискореного дозрівання зерна. Оптимальні дози можуть бути: хлорату магнію – 5-10 кг/га, реглона – 2-3, сечовини – 100, аміачної селітри – 60 і хлористого натрію – 25 кг/га. Застосовувати їх необхідно за 13-16 днів до збирання врожаю зернового сорго. Більш висока ефективність десикації буде тоді, коли середньодобова температура повітря знаходиться в межах 15°С і вище.

На Генічеській дослідній станції за розробленою для зони Присивашшя агротехніці насінників сорго проводили десикацію батьківських ліній гібридів сорго зернового Степовий 5, Низькоросла 81С і Хігер раннє 85. Десикацію проводили в два строки: на частині ділянок – у фазу воскової стиглості і на іншій на початку повної стиглості зерна. У контролі на ділянці вручну обривали листя одночасно з десикацією дослідних посівів. Вологість листостеблової маси і зерна в дослідах визначали на п’ятий і десятий день після десикації, на контролі – в день проведення обробки.

При десикації посівів у листостебловій масі містилося 74-76% вологи, через десять днів її рівень знижувався на 34,3-44,8%, а в листі – на 50-55%. Вологість листостеблової маси залежить від застосовуваних препаратів і ліній сорго. Після обробки посівів хлоратом магнію і реглоном листя підсихали на другий-третій день, а стебла – на восьмий-десятий. При використанні сечовини, перш ніж наступає її дія, рослини засвоювали певну частину азоту. Якщо на контролі вона в фазі воскової стиглості зерна у сорту Хігер раннє 85 на десятий день була 30,0%, то при обробці реглоном – 18,0, хлоратом магнію – 19,5, сечовиною – 26,1%. У 1981 р. на десятий день у сорту Хігер раннє 85 на контролі – 16,9%, після реглона – 15,6%. У більш пізньостиглої лінії Низькоросла 81С вологість практично дорівнювала контролю: на десятий день вона перебувала в

межах 15,2-16%.

При проведенні десикації на початку повної стиглості зерна зменшення вологості проходить більш повільно.

Десикація не спричиняє негативний вплив на формування врожаю насіння. У фазі воскової стиглості зерна найбільш ефективні хлорат магнію і сечовина, на початку повної стиглості всі препарати злегка підвищують врожайність насіння сортів. У пізньостиглої лінії Низькоросла 81С врожайність дещо зменшується. Позначається інтенсивне накопичення пластичних речовин в зернівці ранньостиглих сортів у період формування і дозрівання насіння. У пізньостиглих же форм цей період подовжений, дещо повільно слабшає (а потім і припиняється) фотосинтетична діяльність листя, що впливає на врожайність насіння.

За роки досліджень маса 1000 насінин при обробці рослин десикантами як у фазі воскової, так і на початку повної стиглості зерна дорівнювала контролю, однак знижувалася на ділянках з ручним обриванням листя в фазі воскової стиглості зерна. Це пов'язано з тим, що при обриванні листя штучно припиняється їх фотосинтетична діяльність і надходження пластичних речовин. Десиканти ж прискорюють відтік пластичних речовин з листя до зерна, що скорочує строки дозрівання. За роки досліджень десикація посівів не впливала на схожість насіння та енергію їх проростання. Все насіння відповідало вимогам 1 класу посівного стандарту.

Таким чином, застосування десикантів сприяє швидшому підсиханню листостеблової маси і зерна сорго, що полегшує комбайнове збирання і подальше доопрацювання насіння. У північних районах України доцільно обприскувати посіви сорго десикантами і в тому випадку, якщо наближаються строки настання осінніх холодів.

3.12. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО

Для оцінки економічної ефективності вирощування сорго на дослідному полі ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» були складені технологічні карти вирощування за трьома технологічними схемами: гербіцидна (рекомендована), безгербіцидна і нульова (No-till). Для розрахунків прийнята площа 100 га і планова врожайність 40, 38 і 35 ц/га, відповідно.

За першою технологічною схемою (гербіцидна) найбільші витрати як на 1 га – 1874 грн, так і на 1 ц зерна – 46,87 грн, припадали на закупівлю та внесення добрив (табл. 3.2). На другому місці були витрати на паливно-мастильні матеріали – 1112,8 грн/га і 27,83 грн/ц. При безгербіцидній

схемі в структурі витрат спостерігається зниження витрат на пестициди, а при нульовій – економія витрат на ПММ в 1,6-1,8 рази.

Максимальна вартість валової продукції прогнозується на рівні 8396,1 грн/га при використанні гербіцидної технологічної схеми вирощування сорго, а мінімальні виробничі витрати (3850,1 грн га), можна отримати при нульовій технології (табл. 3.3).

Найвищий прибуток на рівні 3839,6 грн/га можливо отримати при застосуванні традиційної гербіцидної технології вирощування. При інших технологічних схемах відзначено зниження цього найважливішого економічного показника на 6,2 і 9,7%.

Також при використанні No-till технології отримана найменша собівартість 1 ц зерна – 110,02 грн, а в інших варіантах – 113,97 і 114,75 грн, відповідно.

Таблиця 3.2

Склад і структура витрат при вирощуванні сорго в незрошуваних умовах півдня України залежно від технологічних схем

Показники	гербіцидна		безгербіцидна		нульова	
	на 1га	на 1ц	на 1га	на 1ц	на 1га	на 1ц
1. Витрати праці, люд.-год.	10,0	0,25	9,3	0,25	7,2	0,21
2. Витрати минулих років, грн	-	-	-	-	-	-
3. Оплата праці, грн	252,6	6,32	232,4	6,12	165,5	4,73
4. Паливно-мастильні матеріали, грн	1112,8	27,83	1079,0	28,43	652,3	18,64
5. Насіння, грн	180,0	4,50	180,0	4,74	180,0	5,14
6. Добрива, грн	1874,0	46,87	1874,0	49,38	1874,0	53,55
7. Засоби захисту рослин, грн	126,0	3,15	0,0	0,0	126,0	3,60
8. Транспорт, грн	122,6	3,07	122,6	3,23	122,6	3,50
9. Дотримання основних засобів, грн	265,4	6,64	257,0	6,77	152,4	4,35
10. Меліоративні витрати, грн	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
11. Страхові платежі, грн	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
12. Інші прямі витрати, грн	59,0	1,47	59,0	1,55	59,0	1,68
13. Разом прямих витрат, грн	3992,3	99,85	3804,0	100,24	3331,8	95,21
14. Витрати на орг-ю і упр-ня, грн	299,2	7,48	285,7	7,53	253,3	7,24
15. Плата за оренду земельних паїв, грн	180,0	4,50	180,0	4,74	180,0	5,14
16. Фіксований податок, грн	85,0	2,13	85,0	2,24	85,0	2,43
17. Всього витрат з накл. затр., грн	4556,5	113,97	4354,8	114,75	3850,1	110,02

Таблиця 3.3

Економічна ефективність вирощування сорго в незрошуваних умовах півдня України залежно від технологічних схем

Показники	гербіцидна	безгербіцидна	нульова
1. Урожайність, ц/га	40,0	38,0	35,0
2. Вартість продукції, грн/га	8396,1	7969,5	7349,0
3. Виробничі витрати, грн/га	4556,5	4354,8	3850, 1
4. Собівартість 1 ц зерна, грн	113,9	114,7	110,0
5. Прибуток, грн/га	3839,6	3614,7	3498,9
6. Рівень рентабельності,%	84, 3	83,0	90, 9
7. Витрати праці, люд-год/га	10,04	9,32	7,22
8. Продуктивність праці, грн ВП/люд-год	836, 3	854,9	1018,2

Рівень рентабельності (90,9%), а також показники продуктивності праці (1018,2 грн ВП/люд.-год.) максимального рівня набувають при використанні нульової технології вирощування сорго на незрошуваних землях півдня України.

Економічним аналізом по розрахованим технологічним картам доведено ефективність застосування гербіцидної (традиційної) технології вирощування сорго. Однак, важливим моментом в застосуванні тих чи інших заходів у конкретних умовах господарства є аналіз врожайності зерна сорго, отриманих за останні роки, що дасть можливість внести певні корективи в технологію вирощування та оптимізувати її з метою отримання найбільш доцільної з економічної та енергетичної точок зору врожайності.

В агрономічних дослідженнях важливе значення має встановлення економічної ефективності зерновиробництва, в тому числі, виробництва сорго. До першої групи належать фактори, які формуються на рівні держави й органів самоврядування, вони не залежать від товаровиробників. Основними елементами цієї групи є: цінова, кредитна та податкова системи, підтримка галузі на державному й регіональному рівнях, регулювання відносин між різними економічними структурами, розвиток науки тощо.

До другої групи відносяться фактори, які залежать безпосередньо від товаровиробників, та мають дуже важливе значення з точки зору оптимізації агровиробничих систем – формування найоптимальнішої рослинницької структури господарства, розробка й впровадження інноваційних систем ведення сільського господарства, впровадження у виробництво наукових розробок і сучасних засобів господарювання, використовування нової сільськогосподарської техніки, підбір конкурентоздатних культур,

високоврожайних, адаптованих до локальних умов вирощування сортів і гібридів, застосування диференційованого обробку ґрунту, встановлення оптимальних норм висіву та густоти стояння рослин, підвищення окупності від внесення мінеральних добрив, удосконалення прийомів інтегрованого захисту рослин тощо.

В польових дослідах оцінки економічної ефективності були розроблені електронні технологічні карти, які дозволили отримати та проаналізувати основні економічні показники: вартість валової продукції, виробничі витрати, собівартість 1 т зерна сорго, чистий прибуток і рівень рентабельності.

Проведений аналіз економічної ефективності вирощування гібридів сорго свідчить про істотний вплив гібридного складу на вартість валової продукції (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Економічні показники технології вирощування сорго на зерно за раннього строку сівби (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібриди (А)	Густота стояння рослин, тис./га (В)	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн/га	Витрати разом з накладними, грн/га	Собівартість 1 т, грн	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Солнцедар	100	5,64	18330	8703,0	1543,1	9627,0	110,6
	140	6,54	21255	8691,9	1329,0	12563,1	144,5
	180	4,88	15860	8712,4	1785,3	7147,6	82,0
	220	4,79	15568	8713,5	1819,1	6854,0	78,7
Прайм	100	3,20	10400	8733,0	2729,1	1667,0	19,1
	140	4,54	14755	8714,2	1919,4	6040,8	69,3
	180	4,62	15015	8715,6	1886,5	6299,4	72,3
	220	3,83	12448	8725,4	2278,2	3722,1	42,7
Бургго	100	4,38	14235	8718,6	1990,6	5516,4	63,3
	140	5,50	17875	8704,8	1582,7	9170,2	105,3
	180	5,00	16250	8710,9	1742,2	7539,1	86,5
	220	4,29	13943	8719,7	2032,6	5222,8	59,9
Спринт W	100	2,96	9620	8736,2	2951,4	883,8	10,1
	140	2,93	9523	8736,5	2981,8	786,0	9,0
	180	3,16	10270	8733,7	2763,8	1536,3	17,6
	220	3,49	11343	8729,6	2501,3	2612,9	29,9
Даш – Е	100	4,55	14788	8716,5	1915,7	6071,0	69,6
	140	6,23	20248	8695,7	1395,8	11551,8	132,8
	180	6,69	21743	8777,9	1341,9	12964,6	147,7
	220	5,26	17095	8707,7	1655,5	8387,3	96,3
Таргго	100	3,83	12448	8725,4	2278,2	3722,1	42,7
	140	4,98	16185	8711,2	1749,2	7473,8	85,8
	180	5,60	18200	8703,5	1554,2	9496,5	109,1
	220	4,58	14885	8716,1	1903,1	6168,9	70,8

Найбільшою вартість одержаної продукції на рівні 21743 грн/га була у варіанті з гібридом Даш – Е за густоти стояння рослин 180 тис. рослин на 1 га. Найменшим (9523 грн/га) даний показник був при вирощуванні гібриду Спринт W за густоти стояння рослин 140 тис./га.

Виробничі витрати слабко відрізнялися залежно від досліджуваних факторів і варіантів з коливанням в межах від 8,6 до 8,7 тис. грн/га. Проте відмічена слабка тенденція зростання цього показника при підвищенні врожайності зерна гібридів сорго. Собівартість 1 т зерна коливалася значною мірою, що обумовлено істотними коливаннями врожайності гібридів сорго та, навпаки, стабільністю виробничих витрат за різними варіантами. Умовний чистий прибуток – 12964,6 грн/га та рівень рентабельності – 147,7% були максимальними при вирощуванні гібриду Даш – Е з густотою стояння 180 тис./га. Найгірший економічний результат одержано при вирощуванні гібриду Спринт W, де чистий прибуток зменшився до 786-884 грн/га.

Порівняння економічної ефективності раннього з пізнім строком сівби свідчить про суттєве падіння їх на всіх гібридах, що пов'язано з різким зниженням врожайності на фоні незначного зменшення витрат (табл. 3.5).

Вартість валової продукції була найбільшою (12870 грн/га) була у варіанті з гібридом Даш – Е, який висівали з густотою стояння рослин 180-220 тис./га.

Виробничі витрати слабко змінювались під впливом досліджуваних факторів, а максимальна собівартість 1 т зерна сорго з перевищенням 5,0 тис грн була вирощуванні гібриду Спринт W з густотою стояння 180-220 тис./га.

Найбільший чистий прибуток на рівні 5074,7 грн/га був у варіанті з гібридом Даш – Е за максимальної густоти стояння 180-220 тис./га. Рівень рентабельності змінювався пропорційно коливанню чистого прибутку і найбільшого рівня – 65,1% також сягнув у варіанті з гібридом Даш – Е. Слід зауважити, що внаслідок падіння врожайності за пізнього строку сівби на гібридах сорго Солнцедар, Прайм, Бурого та Спринт W в окремих варіантах густоти стояння рослин одержали збитки до 3,3 тис. грн/га та від'ємні показники рентабельності.

Завдання підвищення ефективності використання сільськогосподарської техніки, світлих нафтопродуктів, електричної енергії, добрив і інших засобів виробництва викликає необхідність ретельного виміру енергії, що накопичується у врожаї сільськогосподарських культур, загальних (сукупних) витрат енергії, вкладених у виробництво продукції рослинництва та проведення біоенергетичної оцінки технологій виробництва рослинницької продукції. Енергетична оцінка має на увазі визначення співвідношення кількості

енергії, акумульованої у врожаї сільськогосподарських культур у процесі фотосинтезу, до сукупних витрат енергії, вкладених у виробництво продукції рослинництва. Актуальність подібної оцінки випливає також з вимог сучасного землеробства та рослинництва економить енергію на одиницю одержуваної сільськогосподарської продукції.

Таблиця 3.5

Економічні показники технології вирощування сорго на зерно за пізнього строку сівби (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібриди (А)	Густота стояння рослин, тис./га (В)	Урожай-ність, т/га	Вартість продукції, грн/га	Витрати разом з наклад-ними, грн/га	Собівар-тість 1 т, грн	Прибуток (збиток), грн/га	Рента-бельність, %
Солнцедар	100	2,67	8678	7388,1	2767,1	1289,4	17,5
	140	2,18	7085	7404,0	3396,3	-319,0	-4,3
	180	2,29	7443	7400,4	3231,6	42,1	0,6
	220	2,05	6663	7408,2	3613,7	-745,7	-10,1
Прайм	100	1,75	5688	7417,9	4238,8	-1730,4	-23,3
	140	2,43	7898	7395,9	3043,6	501,6	6,8
	180	1,70	5525	7419,5	4364,4	-1894,5	-25,5
	220	1,60	5200	7422,7	4639,2	-2222,7	-29,9
Бургго	100	1,93	6273	7412,0	3840,4	-1139,5	-15,4
	140	2,39	7768	7397,2	3095,0	370,3	5,0
	180	1,94	6305	7411,7	3820,5	-1106,7	-14,9
	220	2,28	7410	7400,7	3245,9	9,3	0,1
Спринт W	100	1,43	4648	7428,2	5194,6	-2780,7	-37,4
	140	3,52	11440	7360,6	2091,1	4079,4	55,4
	180	1,25	4063	7434,1	5947,2	-3371,6	-45,4
	220	1,45	4713	7427,6	5122,5	-2715,1	-36,6
Даш – Е	100	3,29	10693	7368,0	2239,5	3324,5	45,1
	140	2,61	8483	7390,0	2831,4	1092,5	14,8
	180	3,96	12870	7795,3	1968,5	5074,7	65,1
	220	3,96	12870	7795,3	1968,5	5074,7	65,1
Таргго	100	2,59	8418	7390,7	2853,5	1026,8	13,9
	140	2,60	8450	7390,4	2842,4	1059,6	14,3
	180	3,20	10400	7371,0	2303,4	3029,0	41,1
	220	2,64	8580	7389,1	2798,9	1190,9	16,1

Важливе значення має енергетична оцінка варіантів досліду, оскільки вона забезпечує отримання інформації стосовно витрат та прибутків енергії, а енергетичні показники меншою мірою змінюється порівняно з економічними параметрами агротехнологій (наприклад, реалізаційна ціна

1 т зерна сорго, вартість на придбання насіннєвого матеріалу, вартість пального, мінеральних добрив, пестицидів, технічних засобів тощо).

Енергетичним аналізом доведено, що у досліді з раннім строком сівби прихід сукупної енергії змінювався пропорційно до величин урожайності зерна і був найбільшим при вирощуванні гібридів Даш – Е і Солнцедар за густоти стояння рослин 140-180 тис./га, де він коливався в межах від 94,3 до 101,3 ГДж/га (табл. 3.6).

Найменший рівень досліджуваного показника (44,3-44,8 ГДж/га) був у варіантах з гібридом Спринт W та густотою стояння рослин 100-140 тис./га.

Витрати сукупної енергії коливались несуттєво на рівні 31,8-34,9 ГДж/га, що пов'язано з особливістю схеми досліду та несуттєвими змінами витрат енергії при підвищенні густоти стояння рослин сорго. Приріст енергії коливався в широкому діапазоні – від 12,5-13,0 до 64,2-66,3 ГДж/га, тобто в 4,9-5,3 рази. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,90 був у варіанті з гібридом Даш – Е при густоті стояння 180 тис./га. У варіантах з гібридами Спринт W та Прайм відмічено зменшення даного енергетичного показника до 1,4-1,5 за густоти стояння рослин в межах від 100 до 180 тис./га. Також на цих варіантах відмічено зростання енергоємності понад 10 ГДж/т.

На пізньому етапі сівби спостерігалось істотне падіння приходу енергії з одержаним врожаєм (табл. 3.7).

Прихід енергії збільшився до 60 ГДж/га у варіанті з гібридом Даш – Е, який вирощували з густотою стояння 180-220 тис./га. Максимальні витрати енергії на рівні 32,7 ГДж/га також були за використання цього гібриду.

Висівання гібридів різних груп стиглості істотно вплинуло на приріст енергії. Так, у варіантах з гібридами Даш – Е та Таргго даний показник був позитивним, а на інших гібридах відмічені нульові або від'ємні значення.

Найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності (1,84) був отриманий на гібриді Даш – Е, який вирощували з максимальним загущенням. Найвища енергоємність вирощування 1 тонни зерна сорго понад 20 ГДж/т зафіксована у гібриду Спринт W при загущенні рослин до 180-220 тис./га.

За раннього строку сівби при вирощуванні гібриду Даш – Е найбільша вартість одержаної продукції на рівні 21743 грн/га була при густоті стояння рослин 180 тис. рослин на 1 га. На цьому ж варіанті було відмічено найменшу собівартість 1 т зерна сорго – менше 1330 грн/т. Виробничі витрати коливалися несуттєво – в межах 8,6-8,7 тис. грн/га. Умовний чистий прибуток – 12964,6 грн/га та рівень рентабельності – 147,7% були максимальними при вирощуванні гібриду Даш – Е з густотою стояння 180 тис./га, а мінімальний економічний ефект був при вирощуванні гібриду Спринт W.

Таблиця 3.6

Енергетичні показники технології вирощування сорго на зерно в умовах півдня України за раннього строку сівби (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібриди (А)	Густота стояння рослин, тис./га (В)	Урожай-ність, т/га	Прихід енергії, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Енергоєм-ність, ГДж/т
Солнцедар	100	5,64	85,4	34,1	51,3	2,51	6,04
	140	6,54	99,0	34,8	64,2	2,84	5,32
	180	4,88	73,9	33,4	40,4	2,21	6,85
	220	4,79	72,5	33,4	39,2	2,17	6,96
Прайм	100	3,20	48,4	32,0	16,4	1,51	10,01
	140	4,54	68,7	33,2	35,6	2,07	7,30
	180	4,62	69,9	33,2	36,7	2,11	7,19
	220	3,83	58,0	32,6	25,4	1,78	8,50
Бургго	100	4,38	66,3	33,0	33,3	2,01	7,54
	140	5,50	83,3	34,0	49,3	2,45	6,17
	180	5,00	75,7	33,5	42,2	2,26	6,71
	220	4,29	65,0	32,9	32,0	1,97	7,68
Спринт W	100	2,96	44,8	31,8	13,0	1,41	10,76
	140	2,93	44,4	31,8	12,5	1,39	10,86
	180	3,16	47,8	32,0	15,8	1,49	10,13
	220	3,49	52,8	32,3	20,6	1,64	9,25
Даш – Е	100	4,55	68,9	33,2	35,7	2,08	7,29
	140	6,23	94,3	34,6	59,8	2,73	5,55
	180	6,69	101,3	34,9	66,3	2,90	5,22
	220	5,26	79,6	33,8	45,9	2,36	6,42
Таргго	100	3,83	58,0	32,6	25,4	1,78	8,50
	140	4,98	75,4	33,5	41,9	2,25	6,73
	180	5,60	84,8	34,0	50,7	2,49	6,08
	220	4,58	69,3	33,2	36,2	2,09	7,25

Перенесення строків сівби на більш пізні строки призвело до помітного зменшення основних економічних показників на всіх гібридах сорго та на всіх густотах, що вивчались. Вартість валової продукції була найбільшою була у варіанті з гібридом Даш – Е, який висівали з густотою стояння рослин 180-220 тис./га. Виробничі витрати слабко змінювались

під впливом досліджуваних факторів, а максимальна собівартість 1 т зерна сорго була вирощуванні гібриду Спринт W з густотою стояння 180-220 тис./га. Максимальний чистий прибуток (5074,7 грн/га) та рентабельність 65,1% були у варіанті з гібридом Даш – Е за максимальної густоти стояння 180-220 тис./га. Також доведено, що за пізнього строку сівби на гібридах Солнцедар, Прайм, Бурого та Спринт W є можливість отримання від'ємних прибутків, тобто збитковості.

Таблиця 3.7

Енергетичні показники технології вирощування сорго на зерно в умовах півдня України за пізнього строку сівби (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібриди (А)	Густота стояння рослин, тис./га (В)	Урожай-ність, т/га	Прихід енергії, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Енергоєм-ність, ГДж/т
Солнцедар	100	2,67	40,4	31,6	8,8	1,28	11,83
	140	2,18	33,0	31,2	1,8	1,06	14,31
	180	2,29	34,7	31,3	3,4	1,11	13,66
	220	2,05	31,0	31,1	0,0	1,00	15,16
Прайм	100	1,75	26,5	30,8	-4,3	0,86	17,62
	140	2,43	36,8	31,4	5,4	1,17	12,92
	180	1,70	25,7	30,8	-5,0	0,84	18,11
	220	1,60	24,2	30,7	-6,5	0,79	19,19
Бургго	100	1,93	29,2	31,0	-1,8	0,94	16,05
	140	2,39	36,2	31,4	4,8	1,15	13,12
	180	1,94	29,4	31,0	-1,6	0,95	15,97
	220	2,28	34,5	31,3	3,2	1,10	13,71
Спринт W	100	1,43	21,7	30,6	-8,9	0,71	21,37
	140	3,52	53,3	32,3	21,0	1,65	9,18
	180	1,25	18,9	30,4	-11,5	0,62	24,33
	220	1,45	22,0	30,6	-8,6	0,72	21,09
Даш – Е	100	3,29	49,8	32,1	17,7	1,55	9,76
	140	2,61	39,5	31,5	8,0	1,25	12,09
	180	3,96	60,0	32,7	27,3	1,84	8,25
	220	3,96	60,0	32,7	27,3	1,84	8,25
Таргго	100	2,59	39,2	31,5	7,7	1,24	12,17
	140	2,60	39,4	31,5	7,8	1,25	12,13
	180	3,20	48,4	32,0	16,4	1,51	10,01
	220	2,64	40,0	31,6	8,4	1,27	11,96

Ранній строк сівби забезпечив суттєве зростання приходу сукупної енергії при вирощуванні гібридів Даш – Е і Солнцедар за густоти стояння рослин 140-180 тис./га. Стабільними виявилися витрати енергії – на рівні 31,8-34,9 ГДж/га, що можна пояснити особливістю схеми досліду та несуттєвими змінами витрат енергії при підвищенні густоти стояння рослин сорго, а приріст енергії коливався значною мірою. Максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності (2,9) був у гібриду Даш – Е за густоти стояння рослин 180 тис./га, а у варіантах з гібридами Спринт W та Прайм відмічено падіння його до 1,4-1,5 за густоти рослин в межах від 100 до 180 тис./га.

При пізніх строках сівби простежується істотне падіння приходу енергії, що порізано зі зменшенням продуктивності досліджуваних гібридів сорго. Максимальні витрати енергії на рівні 32,7 ГДж/га також були за використання цього ж гібриду і таких величин густоти стояння. При висіванні гібридів Даш – Е та Таргго даний показник був позитивним, а на інших гібридах відмічені нульові або від'ємні значення. Найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності (1,84) був отриманий при вирощуванні гібриду Даш – Е. Максимальна енергоємність 1 тонни зерна була у варіанті з гібридом Спринт W та густотою стояння в межах 180-220 тис./га.

РОЗДІЛ 4
ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО НА ЗЕРНОФУРАЖ ТА НАСІННЯ

Збирання врожаю є одним з найбільш відповідальних та складних елементів технологічного процесу вирощування сорго зернового. Складність збирання сорго зумовлена відсутністю спеціальної збиральної техніки, що забезпечує високу продуктивність та відсутність втрат, а також його біологічними особливостями: пізньостиглість, висока вологість зерна і листостеблової маси у період повної стиглості, схильність до вилягання, необхідність організації негайної післязбиральної обробки та досушування зерна тощо. Це призводить до того, що сорго зернове слабо поширено у виробництві, оскільки фахівці практично не знайомі з технологією його збирання.

Багаторічними дослідженнями та передовою практикою переконливо доведена можливість ефективного збирання та доробки сорго зернового. При цьому виділено декілька напрямів:

1) отримання сухого фуражного зерна шляхом до збирального підсушування на корені за допомогою десикації;

2) консервування вологого зерна шляхом його герметизації;

3) отримання зернофуражу (монокорм) з усього біологічного врожаю (листостеблової маса та зерна);

4) збирання вологого фуражного зерна з подальшою сушкою на різному сушильному устаткуванні;

5) збирання сорго на насіннєві цілі з наступним досушуванням.

Вибір того чи іншого напрямку використання, а також способу збирання врожаю залежить від планів, цілей і завдань господарства.

Збирання сорго здійснюють у фазі повної стиглості зерна. Початок збирання потрібно визначати не через стан листостеблової маси, а за вологістю зерна. Біологічна особливість сорго така, що у волоті зерно вже дозріло, тоді як практично вся листостеблова маса – зелена. При цьому вологість листя становить 60%, а стебел – 70-75%. Тому перед збиранням у зерні сорго визначають вологість польовими вологомірами. Якщо в зерні досягнута середня вологість 25-30%, значить, настала повна стиглість, доцільно приступити до його збирання.

Забирають сорго методом прямого комбайнування, використовуючи спеціально переобладнані зернозбиральні комбайни.

Існує кілька способів збирання зерна сорго:

Перший спосіб. При переобладнанні комбайнів жатку встановлюють на висоті верхніх міжвузлів рослин так, щоб відбувався зріз тільки однієї

волоті і в бункер потрапляло разом з зерном якомога менше залишків листя та стебел. Всі посіви, які пройшли десикацію, можна збирати цим способом.

Оскільки зерно сорго має підвищену плинність, особливу увагу слід приділяти герметизації комбайнів.

З метою зниження втрат зерна ріжучий апарат жатки встановлюють під кутом 20° уверх до горизонту. Для цього палацовий брус від'єднують від бруса корпусу жатки комбайна, і між куточком пальцевого бруса та брусом корпусу вставляють конусні прокладки, які дозволяють при затягуванні кріпильних деталей повертати пальцевий брус вгору. При цьому разом з пальцевим брусом піднімається і сполучна ланка ножа. Щоб з'єднати його з коромислом, слід виточити втулку, рівну за розміром втулці коромисла, і приварити її до нього.

На універсальне мотовило встановлюють планки, обтягнуті полотном. На кожну граблину монтують по дві рамки заввишки 498 см.

До планок мотовила прикріплюють прогумований ремінь шириною 100 см. Під час роботи мотовило, торкаючись ременем пальців ріжучого апарату, спонукає зрізані волоті до шнеку жатки.

Щоб при обмолоті не відбувалося подрібнення зерна, число обертів барабана зменшують до 500-600 за хвилину шляхом перестановки шківів, а зазор між декою і барабаном на вході встановлюють 24-27 мм, на виході – 7-10, між жалюзями верхнього решета – 8-10, нижнього – 5-6 мм.

Біомаса, що залишилася після збирання зерна, забирається силосозбиральними комбайнами.

Другий спосіб. Ексцентрикове мотовило комбайнів замінюють мотовилом з пристосуванням Зміївського для збирання соняшника з нашитими лопатнями або використовують спеціальну жатку з ліфтерами. Попереду ріжучого апарату кріпиться відбивач волоті, виготовлений з труби діаметром 40 см. При збиранні високорослих сортів сорго встановлюють два кронштейна – подовжувачі гідроциліндрів штоків довжиною 650 мм, а кути лопатей приймального бітера спилюють на 35 мм. Це дозволяє довести висоту скошування до 160-170 см. Обороти барабана зменшують шляхом перестановки шківів до 500-600 обертів за хвилину.

Нескошену частина врожаю збирають комбайном КС-1,8, Е-281, КИР-1,5 або іншими на низькому зрізі для закладання пізнього силосу.

Слід зауважити, що всі існуючі зернозбиральні комбайни при збиранні зерна сорго на високому зрізі зазначеними вище способами не вписуються в міжряддя сорго, які, як правило, розміщуються один від одного на відстані 70 см. При цьому з шести одночасно збираних рядів два, а то і три ряди рослин сорго попадає під колесами комбайнів, втрачається багато цінного зеленого корму. Тому технологічно можна

вирішити це питання шляхом розширення піввісь коліс комбайна так, що вони проходили безпосередньо у міжряддях, і притискування рослин було зведено до мінімуму.

Третій спосіб. При збиранні сорго прямим комбайнуванням втрати зерна становлять, в середньому, 10-15%. Крім того, значно збільшуються мікро- й макропошкодження, а пожнивні залишки при збиранні підвищують вологість зерна. Це призводить до підвищення витрат і коштів на післязбиральну доробку та досушування.

За останні роки розроблено новий найбільш прогресивний спосіб збирання зерна сорго методом вичісування. Сутність цього методу полягає в тому, що на комбайни «Нива», «Дон 1500», Джон Дір, Лексикон та інші встановлюється вичікувальний пристрій бітерного типу та пневмотранспортні системи. Зерно після вичісування всмоктується потоком повітря і в бункері очищується від легких вологих домішок. Цей спосіб збирання для насінників сорго найбільш прийнятний.

Пристрій складається з вичікувального блоку, що включає подільники, камеру вичісування з бітерами, приводу бітерів та системи транспортування зернової маси, що представляє собою шнекові транспортери з приводом. Використовують пристосування з навішуванням кукурудзозбиральної приставку ППК-4. Для приводу робочих органів гідросистема комбайна додатково обладнується баком для мастила, гідронасосом НШ-100, розподільником Р-130, гідромоторами ДМШ-32. При збиранні сорго стебла захоплюються робочими руслами пристосування. Волоті, потрапляючи в камеру вичісування, піддаються впливу бітерів. Далі зернову масу шнеками подають у низову камеру й у молотарку комбайна.

Процес вичісування волоті сорго бітерними робочими органами можна розділити на три фази:

1. Стиснення волоті лопатнями вичісування бітерів, що викликають напругу колосових гілок. У цій фазі зернівки, утримувані колосовими гілками, збираються в пучок у вичікувальні зазорі. На початку впливу вичісувальних лопатей на волоть за рахунок удару вимолочується найменш міцно зв’язані з волоттю зернівки, частина з них також потрапляє у вичікувальний зазор. Стиснення волоті й напруга колосових гілок відбувається до граничного моменту, коли зернівки, завдяки виникають між ними та лопатями силам тертя, застряють у вичісувальному зазорі.

2. За мірою подальшого руху вичісувальних лопатей відбувається руйнування зв’язків між зернівками та колосовими гілками. Відділення зернівок від колосових гілок відбувається внаслідок безпосереднього впливу кромок лопатей на зернівки і за рахунок їх заклинювання у вичісувальному зазорі. А оскільки зернівки прикріплені до колосових гілок на різних відстанях та самі гілки мають різну довжину, обрив заклиненому зернівок відбувається не одночасно. Спочатку обриваються

найближче розташовані до стрижня волоті зерна та зерна, що має короткі колосові гілки. Обрив зернівок відбуватиметься до тих пір, поки будуть забезпечуватися умови для їх заклинювання у вичісувальному зазорі, а сукупність заклинених зернівок буде здатна витримувати навантаження, співмірні або перевищують величину міцності зв'язку зерна з волоттю. Після руйнування зв'язку зерна з мітелкою за рахунок внутрішніх зусиль, що виникають між зернами у вичісувальному зазорі, вільні зерна розташовуються на поверхні лопатей.

3. При подальшому обертанні бітерів виділені зернівки за рахунок виникаючих відцентрових сил відкидаються на стінки камери вичісування і потрапляють на транспортер вичікувальної маси.

4. Перед навішуванням приставки дека з молотильного апарату знімається, тому останній не бере участі в обмолоті і не травмує зерно. Вичесані стебла простягаються транспортерами, підрізають роторним ріжучим апаратом, подрібнюються і направляють у транспортний засіб, що рухається поруч з комбайном.

Камера вичісування встановлюється таким чином, що при збиранні низькорослого сорго волоті вичісуються бітерами раніше, ніж стебло рослини захоплюють пікером приставки і підрізають ріжучим апаратом. Протягування волоті через вичісуючі бітери здійснюється за рахунок руху комбайна. При збиранні високорослої сорго цукрового, навпаки, спочатку захоплюється стебло в нижній частині та подається до транспортерів. Одночасно верхня частина рослини з волоттю вичісують бітери. Потім стебло зрізається і подрібнюється. Таке розташування робочих органів дозволяє збирати соргові культури різних видів і висоти.

Пристрій забезпечує збір всього біологічного врожаю за один прохід агрегату, що значно полегшує основний обробіток ґрунту після сорго. Ворох практично не містить пошкоджених зерна. Воно не зволожуються соком зеленої маси. Продуктивність комбайна з вичісувальним пристроєм становить 1,4-2 га/год., питома вага збирання зерна – не нижче 95%, подрібненого зерна – не більше 0,5%.

Таким чином, збирання сорго методом вичісування представляє надійну перспективу, особливо в промисловому насінництві культури.

Сучасні комбайни обладнані пристроєм з жаткою для збирання сорго на зерно з одночасним збиранням і подрібненням листостеблової маси. Робота пристрою заснована на принципі вичісування насіння сорго. При русі комбайна по полю рослини захоплюються руслами жатки та піддаються активному впливу обертових назустріч один одному бітерів. В результаті з волоті зчісуються зерно, а самі стебла скошуються роторним ріжучим апаратом, подрібнюються і подаються у змінні візки, причеплений до комбайна ззаду. Зернова маса проходить молотильних пристрій та очищення. Отримане зерно збирається у бункері. Проектна

продуктивність сучасних комбайнів з пристроями для збирання сорго за 1 годину чистого часу становить 2,73 га.

Четвертий спосіб. При бажанні отримати сухе зерно сорго в умовах півдня України (Херсонська, Миколаївська та Запорізька області) доцільним є роздільне збирання, особливо ранньостиглих сортів сорго зернового. При цьому можна використовують жатку ЖВН-6, яка скошує масу на низькому (12-15 см) зрізі та формує з неї валки. Після підсушування зерна та зеленої маси у валках до вологості 16%, через 12-15 днів проводиться обмолот комбайном, який обладнаним підбирачем ППТ-3,0, при регулюванні його полозів на найнижчий рівень.

4.1. ЗБИРАННЯ ВОЛОТІ НАСІННЄВОГО СОРГО

Проблемним елементом технології вирощування сорго є збирання насіннєвих посівів. Насіння сорго на одній рослині дозрівають у різний час. Так, якщо на волоті головних стебел зерно повністю дозріло, то на підгонах воно може перебувати у фазі воскової або молочно-воскової стиглості. Ось чому насіння сорго доцільно збирати разом з волоттю з обов'язковим наступним сушінням та вимолочуванням.

До збирання сорго на насіння приступають, коли зерно в середній частині волоті досягає фази повної стиглості. Зі збиранням запізнюватися не слід, щоб не втратити значну частину врожаю від полягання рослин від вітру та ранніх заморозків. Навіть при зниженні температури до мінус 2-3°С, вологе насіння значно втрачає схожість.

Насіннєве зерно високорослого сорго цукрового збирати прямим комбайнуванням з обмолотом безпосередньо в полі недоцільно, оскільки воно при цьому обволікається солодким соком, вичавлюють із стебел, недостатньо відділяється сепарувальними органами комбайнів, погано висихає та втрачає схожість.

В даний час збирання насінників сорго у волоті на ділянках гібридизації до теперішнього часу не механізована. Наявні в господарствах різні пристосування і переобладнані жатки для ділянок гібридизації практично не придатні. Ручний же спосіб збирання є малоефективним та високовитратним.

Оскільки сівба ділянок гібридизації проводиться чергуванням рядків одного батьківського компонента з іншим, їх треба збирати окремо, з метою запобігання від притискування та змішування, слід вести тільки фронтальним способом на високому (0,7-2,0 м і більше) зрізі, видаляючи тільки волоті. Промисловість таких машин поки не випускає.

Наведемо кілька прикладів переобладнання агрегатів:

1. На Генічеській дослідній станції були переобладнані комбайни вітчизняного виробництва, що забезпечило можливість збирання волоті

сорго фронтальним способом. Основні вузли жатки комбайна не були переобладнані, тільки на планки ексцентрикового мотовила прикріпили з метою зменшення втрат волоті прогумований ремінь шириною 100 мм, який під час роботи, торкаючись пальців ріжучого апарату, підбиває волоть до шнеку з центральними пальцями. При збиранні низькорослих сортів сорго жатка піднімається так, щоб зрізати тільки волоть на висоті 60-80 см. Для зрізання волоті з високостеблового (до 2-2,5 м) цукрового сорго виготовляється два кронштейна-подовжувача штоків гідроциліндрів підйому жатки довжиною 650 мм, за допомоги яких жатка встановлюється на відповідну висоту зрізу. Лопаті приймального бітера обшиваються прогумованим ременем шириною 80 мм, щоб уникнути обмолоту насіння, а кути їх на 35 мм спилюють, щоб при підйомі жатки на високий зріз бітер вільно обертався у нижній камері. Барабан, відбійний бітер, усі клавіші соломотрясу й копичник з соломоподавачем повністю видаляються. Замість барабана та відбійного бітера встановлюється мінімальний ланцюгово-планчастий транспортер, а замість клавішного соломотрясу – великий планчастий транспортер, який обшитий брезентовим полотном. Цей транспортер виступає за раму комбайна на 100 мм. Замість соломотрясу встановлюється скатна дошка, рама якої виготовлена з кутової стали й обшита листовим залізом. По ширині вона така ж, як комбайн, з подальшим звуженням до 500 мм. З боків вона також обшита листовим залізом, внаслідок чого волоті сорго, з транспортера потрапляючи на скатну дошку, а потім у присипний візок.

Для підвищення продуктивності агрегату до комбайна надаються два тракторні саморозвантажні візки ПТС-40. Один з них приєднується до спеціально виготовленої і змонтованої над задніми колесами комбайна причіпній скобі та під час роботи заповнюється волоттю, інший в агрегаті з трактором МТЗ-89 (або іншими) використовується для транспортування зрізаних волотей на тік.

При вирощуванні сорго на ділянках гібридизації сівбу проводять так, щоб можна було механізувати процес догляду за рослинами і провести механізоване збирання кожного батьківського компонента, не допускаючи їх змішування. Оскільки комбайн має ширину захвату 4 м, що співпадає з шістьма рядками (одним проходом сівалки) сорго – теж ширину 4 м, то комбайн збирає всі шість рядків будь-якого батьківського компонента, не зачіпаючи при цьому рядки іншого компонента. У цьому полягає перевага переобладнаного комбайнів вітчизняного та закордонного виробництва.

Закінчивши збирання на ділянці гібридизації одного батьківського компонента, можна легко і швидко звільнити робочі органи переобладнаного комбайна від решток волоті й зерна та приступити до збирання іншого батьківського компонента. При цьому можливість змішування батьківських форм повністю виключається. Продуктивність

комбайна висока – 1,5-2 га за годину. Після збирання волоті зелені стебла і листя, що залишилися на полі, збирають на зелену підгодівлю тварин або для закладання пізнього силосу силосозбиральними комбайнами КСС-2,6 або роторною косаркою КІР-1,5.

Якість збирання волоті залежить від рівності. Чим більше волотей на полі буде перебувати на одній висоті, тим меншу частину стебла залишить ріжучий апарат комбайна на волоті. Якщо ж рослини на ділянці не вирівняні, на багатьох волотях після скошування залишаються стебла довжиною до 40 см, що дуже небажано. Тому селекціонери при створенні сорту, гібриду або лінії сорго, призначених для використання в якості батьківських компонентів на ділянках гібридизації, повинні особливу увагу приділяти вирівненості рослин за вистою.

Збирати волоть материнської стерильної лінії сорго на ділянках гібридизації можна також соргозбиральною машиною СМ-2,6. Однак, перед збиранням цією машиною батьківську лінію з метою запобігання змішування насіння необхідно завчасно зібрати роторною косаркою КІР-1,5 на зелений корм або самохідним комбайном на зерно.

Збирання з одночасним обмолотом насінників сорго зернового можлива лише у тому випадку, якщо в господарстві є сушарки ЗСПЖ-8, СЗС-8, «Пектус» або інші для негайного досушування насіннєвого матеріалу після попереднього очищення його. При відсутності таких сушарок в господарствах насінники збирають у волоті, відразу ж відвозять візками та сушать на сушильних установках типу ТВП-600, ТВП-400 або закордонних аналогах.

2. Вітчизняними конструкторами розроблено соргозбиральна машина СМ-2,6, яка в агрегаті з трактором МТЗ-89 збирає високостеблові сорти сорго цукрового на висоті 0,8-2,5 м. Машина підрізає волоть і подає її в транспортні засоби, які рухаються поруч, не пошкоджуючи стебел. За цим агрегатом рухається силосний комбайн (СК-2,6, Лексикон або інші) та відрізає стебла, що залишилися. Зібрані волоті перевозять на тік для сушіння та обмолоту. СМ-2,6 при ширині міжрядь 70 см відрізає волоть з чотирьох рядів. Обслуговує її один тракторист. Продуктивність агрегату 1,2 га/год. Підготувати до роботи машину СМ-2,6 слід на рівному майданчику.

Працюючи з СМ-2,6, необхідно, щоб ширина колії трактора відповідала міжряддях сорго: при 70 см – 1400 мм, 60 см – 1800 мм. Розкоси механізму задньої навіски трактора МТЗ-89 встановлюють на довжину 515 мм і з’єднують з поздовжніми тягами через отвори в рамках розкосів. Потім сницями машини з’єднують з поперечиною причіпного пристрою трактора. Її встановлюють на такій висоті, щоб рама машини розташовувалася горизонтально.

3. Для збирання сорго цукрового на насіння використовують і

комбайни КС-1,8, які за один прохід збирають весь біологічний урожай сорго. Переобладнані вони таким способом – зверху хедера (платформи) комбайна замість мотовила встановлюють жатку, що має звичайний косарочний апарат, мотовило й полотняно-планчастий транспортер. З лівого боку поруч з бортом платформи закріплюють стрічково-планчастий транспортер для волоті, що проходить під силосопроводом. Сегментний ріжучий апарат замінюють роторним, що складається з квадратної труби 80 × 80 мм довжиною 1,8 м, до якої кріплять плоскі ножі. За довжиною ніж в 3 рази менше труби, тому ротор виходить трисекційним, причому, у кожній секції з двома діаметрально розташованими ножами. В трубу заварюють цапфи для підшипників, на яких апарат обертається з частотою 2100 об./хв. Лоток служить для направлення волоті у транспортер, а лобовий щит – для запобігання викиду стебел з платформи роторним ріжучим апаратом.

Технологія збирання комбайном здійснюється так. Волоть зрізується ріжучим апаратом жатки, а потім полотняно-планчастим транспортером переміщується в лоток і на транспортер, який направляє її в причеплений до комбайна візок. Стебла підрізають, вони подрібнюються і викидаються в кузов візка, що йде поруч з комбайном. Переобладнаний комбайн КС-1,8 має ширину захвату 1,8 м, забезпечуючи за один прохід збирання трьох рядків сорго з міжряддями 70 см. Агрегатують з тракторами МТЗ-82, МТЗ-89, Т-150 та іншими. Продуктивність агрегату 0,7-1,0 га/год.

4. Для збирання волоті сорго цукрового і високостеблових сортів (гібридів) сорго зернового можна застосовувати зернозбиральний комбайн СК-5, Дон-1500, Славутич тощо з переобладнаними жатками ЖВН-6. Жатку переносять вправо щодо комбайна на 1400 мм, а з лівого боку до неї кріплять похилий транспортер для навантаження волоті в транспортний засіб. Підйом жатки на висоту зрізу волоті (1,0-1,8 м) здійснюється пристосуванням, звареним з кутової сталі: його закріпляють знизу похилого корпусу жатки штирями. Пристосування виконує роль подовжувачів штоків гідроциліндрів. Каркас похилого транспортера виготовляють з кутового й листового прокату. Ведучий і ведений вали його такі ж, як у транспортерів жатки. Як транспортуючого органу використовують чотири ременя платформенного транспортеру, привід якого здійснюється від нижнього контрпровідного вала похилого корпусу за допомогою карданної телескопічною передачі та редуктора з конічними шестернями.

У зв’язку з переносом корпусу вліво щодо жатки квадратний вал карданної передачі приводу жатки необхідно подовжити на 1400 мм. На пальці ріжучого апарату встановлюють дільник на відстані 2,6 м від правого дільника жатки. Для поліпшення захоплення волоті та скорочення втрат продукції ширину планок мотовила збільшують до 200-300 мм.

Для підйому жатки на повну висоту (1,8-2 м) на комбайнах відключають привід приймального бітера, а на похилому корпусі знімають пружини і переносять вперед на 400 мм натяжна ролик клинопасової передачі разом з кронштейном. Переобладнання виконують так, щоб після зняття додаткових вузлів та деталей жатку можна було знову встановити на комбайн і використовувати за прямим призначенням.

Технологія збирання сорго комбайнами, переобладнаної жаткою ЖВН-6 здійснюється наступним чином. Жатка правим консольним крилом скошує волоті з чотирьох рядів рослин і похилим транспортером подає їх в тракторний причіп. Слідом за візком силосозбиральний комбайн збирає стебла, що залишилися, очищаючи поле для наступного проходу сорго збирального агрегату. Волоть відвозять на тік і сушать, а потім стаціонарно обмолочують комбайнами вітчизняного або закордонного виробництва. Подрібнену вегетативну масу силосують у суміші зі стеблами кукурудзи, зібраної на зерно, або переробляють на борошно. В процесі роботи ріжучий апарат піднімають на таку висоту, щоб забезпечити зріз 75-85% волоті з ніжкою стебла не більше 0,5 м (для полегшення сушіння й обмолоту їх на току). Мотовило жатки при швидкості 5 км/год. повинно мати 28-30 об./хв., 6,2 км/год. – 33-34 і 7,5 км/год. – 35-36 об./хв.

5. Вітчизняними вченими розроблені різні технології збирання волоті насіннєвих посівів сорго. Найбільш ефективна технологія, яка забезпечує збирання всього біологічного врожаю за один прохід комбінованого агрегату, на базі косарки-подрібнювача КИР-1,5. На косарку встановлюють пристосування, що є жатку з мотовилом, полотняно-планчатим транспортером, ріжучим апаратом і механізмом приводу. Ширина захвату жатки 1,4 м. До косарці-подрібнювача її приєднують шарнірним чотирьох ланцюговим пристроєм. Висоту підйому жатки змінюють за допомогою гідросистеми трактора. Оскільки волоть сорго підрізають на великій висоті (від 1,1 до 2,5 м), то на якість збирання суттєво впливає конструкція і режим роботи мотовила. Його виготовляють з п’яти лопатей з радіусом променя 750 мм.

Щоб уникнути втрат волоті планки мотовила роблять в 4-5 разів ширшими порівняно із звичайними й всередині за контурами обшивають фанерою. Щоб забезпечити зрушення волоті на полотно транспортера, зовнішні кромки планок обвивають прогумованим ременем, який ковзає по верхніх частках пальців ріжучого апарату. Вісь мотовила розміщують над пальцями. Для зменшення втрат зрізаних волоті окружну швидкість мотовила і поступальну швидкість косарки необхідно узгодити. Їх відношення повинно знаходитися в межах 1,5-1,6.

Слід пам’ятати, що при підвищенні швидкості мотовила волоті перекидаються лопатями, а при її зниженні не забезпечується захоплення волоті, і вони не потрапляють на транспортер жниварки. Не можна

зменшити діаметр мотовила, оскільки кут нахилу рослин до ріжучого апарату буде недостатній, погіршується захоплення їх лопатями.

При русі комбінованого агрегату по полю ріжучий апарат жатки зрізає волоть сорго, і транспортер направляє його у візок, який рухається позаду збирального агрегату з причепленням до трактора. Одночасно КІР-1,5 скошує і подрібнює листостеблову масу, яка подається в причіпній візок. При робочій швидкості 5-7 км/год. продуктивність становить 0,6 га/год.

6. Ставропольський НДІ сільського господарства розробив конструкцію комбінованого агрегату на основі силосозбиральні комбайни КСС-2,6, обладнавши його жаткою від «Ниви» для зрізання мітел та полотняно-планчатим транспортером для їх подачі у візок 2ПТС-4-887 А. Для оптимізації роботи жатки подовжують горизонтальні бруси рами комбайна і з'єднують їх в одній площині трьома опорами-стійками.

До них кріплять труби платформи жатки, які входять одна в іншу і мають отвори для регулювання висоти підйому її від 0,8 до 2,5 м. Четвертої опорою жатки служить гідроциліндр, який встановлюють на висоту зрізу. Лопаті мотовила обшивають полотном для поліпшення подачі маси на транспортер. З метою зниження втрат врожаю ріжучий апарат встановлюють під кутом 20° до поверхні поля. Привід жатки здійснюється від проміжного валу розподільного редуктора КСС-2,6 через ланцюгову передачу.

Для зниження навантаження на маточину правого колеса комбайна встановлюють додаткове колесо. Для усунення перекосу агрегату під час руху на вісь правого колеса ставлять кронштейн і закріплюють тягу, що з'єднує вісь зі сницями комбайна.

При роздільному збиранні сорго застосовують соргозбиральну машину СМ-2,6А і комбайн КСС-2,6. Цікавий варіант, коли обидві машини агрегатують з одним трактором тягового класу 3. При першому проході агрегату по полю машина СМ-2,6А зрізає волоті і подає їх у візок 2ПТС-4-887А. У цей час КСС-2,6 працює вхолосту. При наступних проходах КСС-2,6 скошує стебла, що залишилися.

4.2. ЗБИРАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО НА ЗЕРНОСІНАЖ (МОНОКОРМ)

Практикою доведено, що в зв'язку з нерівномірністю дозрівання на рослинах сорго зерна збирання його пов'язано з великими труднощами і втратами. Особливо великі втрати незернової частини, яка в процесі збирання зерна витоптується механізмами і погано прибирається. Рештки стебла ускладнюють подальшу обробку ґрунту, а отже, це знижує якість культури сорго як попередника. Тому збирання й здрібнювання всього біологічного врожаю (стебла, листя, зерно) за один прохід агрегату має

вагоме значення. Тим більше, що частка зерна в загальному врожаї біомаси у більшості сортів і гібридів сорго зернового дуже висока (понад 50%), а отже, такий корм має високі поживні та енергетичні властивості.

На зерносінаж використовують рослини сорго, які скошені у восковій стиглості, їх спеціально висівають на зернофуражні цілі.

На початку воскової стиглості накопичення поживних речовин у зерні сорго в основному завершується, проте воно ще м'яке й добре засвоюється тваринами, а вегетативна маса рослин ще не перетворилася в солому і теж добре засвоюється тваринами. Зібрана в цей час маса має оптимальне співвідношення поживних речовин. У ній мало клітковини, яка до того ж не встигла огрубіти, багато білка та легкоперетравних вуглеводів. У цій фазі досягається найбільший вихід поживних речовин з кожного гектара. Більш раннє збирання призводить до недобору корму з одиниці площі та погіршує біологічну цінність корму.

Важливою перевагою технології є і той факт, що сорго зернове за своєю вологості повною мірою відповідає вимогам приготування повноцінного сінажу. Сорго на початку воскової стиглості на корені досягає потрібної вологості. Залишається скосити його і відразу закласти на зберігання. Виробництво зернофуражу тому практично є всепогодної технологією.

Збираючи сорго на зернофураж за новою технологією, господарства отримують з кожного гектара на 30-35% більше кормових одиниць, ніж при збиранні у фазі викидання волоті. На таку ж величину підвищується вихід сухої речовини. Лише до початку воскової стиглості збільшується вміст перетравного протеїну в цілих рослинах.

Стадію стиглості визначають за зовнішнім виглядом - консистенція зерна тістоподібна. У цей час сорго збирають, використовуючи звичайні силосозбиральні машини та косарки-подрібнювачі: СК-2,6, СК-1,8, КУФ-1,8, Е-281, Е-301 тощо. Показником початку збирання служить вологість зерна, яка повинна становити 35-40%. Заготовляють зернофураж швидко, щоб закінчити збирання рослин не пізніше, коли вологість зерна зменшується до 30%. Період цей триває всього 10-12 днів.

Всю біологічну масу ретельно подрібнюють так, щоб величина різання не перевищувала 2-3 см. Тому необхідно систематично заточувати ножі й регулювати зазори подрібнювального апарата. Для перевезення маси застосовують ті ж машини, що і при заготівлі сінажу з пров'ялених трав – причепи ПТС-40, ПТУ-10К, ФПТС-8874 та автомобілі. Щоб збільшити місткість і запобігти втратам, роблять знімний каркас з труб, обтягнутий металевою сіткою. У причепі залишається відкритим простір над переднім бортом, через який надходить подрібнена маса. У такий візок можна завантажити 2-2,5 т продукції при вологості 55-60%.

Зерносінаж закладають у вежі і траншеї. Траншеї повинні вміщувати тисячу тонн зерносінажу. Щодня в них закладають 400-500 т маси, з тим

щоб заповнити сховище за 2-3 дня. У великогабаритних траншеях масу закладають не по всій довжині, а починаючи з одного з торців, щоб щодня нарощувався шар необхідної товщини, незалежно від кількості техніки. В цьому випадку траншею вкривають за мірою її заповнення.

При закладці зерносінажу спеціальних машин не потрібно. Підвезені масу безперервно і дуже ретельно цілодобово ущільнюють тракторами. Зерносінаж зберігається тільки при повній герметизації траншей. Добре утрамбовану і вирівняну масу зверху вкривають поліетиленовою або хлорвінілової плівкою, краї якої акуратно заправляють між стінкою траншеї і кормом на глибину не більше 50 см.

Одне з основних умов отримання зерносеніжу високої якості - сприятливий хімічний склад, який сприяє розвиткові молочнокислої мікрофлори. Переважно молочнокисле бродіння протікає при сінажуванні сорго, причому вуглеводи зброджуються до критичної величини pH за 12-15 днів, що зменшує втрати поживних речовин при зберіганні. Особливістю цього процесу є утворення органічних кислот, головним чином, молочної, що характерно для процесу силосування. З іншого боку, в масі залишається багато цукрів, що властиво корму, отриманого в процесі звичайного сінажування.

Слід відзначити високу перетравність клітковини, що не встигла огрубіти, одягнутися в лігніну оболонки. Добра перетравність безазотистих екстрактивних речовин каже про засвоюваності поживних речовин зернової фракції монокорм. При цьому наголошується оптимальна величина цукрово-протеїнового відношення. Зерносінаж добре перетравлюється та засвоюється жуйними тваринами. Це високоенергетичний корм, який можна широко використовувати при годуванні молочних корів і молодняку.

Зерносінаж з рослин сорго вводять в раціони поступово, привчаючи до нього телят з двомісячного віку. У раціонах телят 4-6-місячного віку ці корми можуть становити 50-60% від загальної поживності раціону. У більш старшому віці монокорм Сінажний типу займає 80-90% раціону. Зерносінаж вигідно використовувати при годуванні молодняку, вирощуваного на м’ясо.

4.3. ЗБИРАННЯ СОРГО НА СИЛОС

На силос вирощують сорти сорго цукрового та гібриди сорго силосного. До збирання слід приступати у період воскової стиглості зерна, коли кормова маса містить найбільшу кількість сухих речовин, високий вихід кормових одиниць та оптимальну кількість вологи (близько 70%).

Сорго цукрове має високий вміст цукрів та добре силосується практично до повної стиглості зерна. При цьому виходить сорговий силос, за якістю не поступається кукурудзяному. Тому збирання пізніше фази

воскової стиглості меншою мірою погіршує якість силосу, ніж рання. При збиранні сорго в молочно-воскової стиглості зерна або раніше, до викидання волоті, в результаті низького вмісту сухих речовин і високого - цукрів і води в кормовій масі, при силосуванні відбувається прискорене бродіння з утворенням великої кількості кислот, спиртів та інших летких сполук. В цьому випадку силос виходить кислим, погано поїдається тваринами, спостерігаються великі втрати сухої речовини.

Сорго цукрове збирають силосозбиральними комбайнами КС-1,8, «Вихор», КС-2,6, КСС-2,6, КСК-100 та іншими. Перед збиранням необхідно ретельно відрегулювати комбайни так, щоб вони подрібнювали листостеблову масу на відрізки довжиною 3-5 см. Дрібно подрібнений корм краще поїдається і засвоюється тваринами.

Силосна маса сорго цукрового має високий вміст цукрів (до 15-18%) і є стимулюючим компонентом для культур, які важко силосуються. У багатьох господарствах пізньостиглі гібриди сорго цукрового збирають одночасно з кукурудзою на зерно та суху листостеблову масу зернової кукурудзи консервують з соковитою масою сорго цукрового. Масу кукурудзи та сорго укладають у траншеї пошарово в лінійному співвідношенні 1:2, ущільнюють, завершують накриттям шаром соковитого сорго цукрового товщиною не менше 80 см, вкривають синтетичною плівкою та землею. Таким чином, господарства отримують сухе зерно кукурудзи і закладають додатковий корм для тваринництва – пізній сорго-кукурудзяний силос.

Технологія збирання сорго на силос виконується по одній і тій же схемі. Від кормозбиральних комбайнів зелена маса надходить в тракторні причепи і перевозиться до місць силосування. Для відгодівлі великої рогатої худоби широко використовується силос із сухої листостеблової маси кукурудзи. Загальна кількість такого силосу становить до 70% від усіх кормів раціону. Для збагачення листостеблової маси кукурудзи каротином, білком, цукром та для кращого консервування додають отаву або зелену масу сорго пізніх строків посіву в співвідношенні 1:1.

У період збирання кукурудзи на зерно вологість листостеблової маси кукурудзи дорівнює 35-45%, а отави сорго – 80-85%. При сумісному силосуванні отави сорго та сухих стебел виходить силос з приємним фруктовим запахом, сухі стебла й листя кукурудзи добре просочуються соком сорго, консистенція складових частин силосу нормальна, не розрихлена. Вологість силосу 70-72%, pH – 4,2-4,5, тобто корм помірно кислий.

Перетравлення його худобою становить 80-85%, а силосу з сухою листостеблової маси кукурудзи – 65-70%. В 1 кг комбінованого силосу міститься кормових одиниць – 0,21 кг, перетравного протеїну – 12%, або на 23,7% більше, ніж в силосі з сухих кукурудзяних стебел; менше в ньому й клітковини на 15,6%, проте збільшився вміст каротину до 12 мг і цукру

до 10 г/кг. Якщо цей силос порівняти з силосом з кукурудзи, зібраної у фазу молочно-воскової стиглості, то він близький за хімічним складом і продуктивному дії.

При заготівлі силосу з сорго цукрового, особливо, в ранні строки збирання, залежно від вологості маси, в середньому, втрачається 25% поживних речовин. Це так званий «чад», який утворюється в результаті того, що при ущільненні втрачається частина соку. Для попередження втрат рекомендують різні консерванти, але їх застосування обмежене, оскільки змішувати із зеленою масою їх доводиться вручну. Однак, ці втрати можна повністю виключити, якщо при силосуванні використовувати солому.

Розроблена технологія дозволяє господарствам значно збільшити кормові ресурси, оскільки вона, по суті, безвідходна. Основні її переваги: відсутні втрати поживних речовин зеленої маси, покращуються смакові якості й поживність соломи, спрощується технологія заготівлі соломи, відпадає необхідність скиртування, а також її можна закладати в силосну траншею в будь-яку погоду, при силосуванні сорго зайві консерванти.

Сутність безвідходної технології в наступному: на дні траншеї ємністю 1,5 тис. т закладають 100 т соломи, утрамбовують і отримують шар до одного метру, на який укладають зелену масу сорго вологістю не нижче 70%, яка також перекладається соломою шарами 2:1. Поживність силосу в межах 0,2 к.од. в кілограмі корму. Поживність ж силосованої соломи коливалася до 0,46 к.од. в кілограмі корму.

Про величезні можливості безвідходної технології заготівлі кормів свідчить досвід господарств Червоногвардійського району АР Крим, в якому щорічно закладають близько третини соломи в силосні траншеї за безвідходною технологією. Це дозволяє не тільки забезпечити високоякісними кормами власне тваринництво, а й реалізувати значну частину кормів іншим господарствам.

Слід зазначити, що приготований торговий силос «дозріває» не через 30 днів, як кукурудзяний, а через 60 днів. Цю особливість при використанні соргового силосу, який містить більше лігніну та кремнезему, ніж кукурудзяний, необхідно враховувати. При ранньому згодовуванні ВРХ, коли ще не пройшов мікробіологічний процес, він буде поїдати і засвоюватися погано. Коли ж він «дозріває», поживна цінність силосу прирівнюється до кукурудзяного силосу, а також він добре поїдається всіма видами тварин.

4.4. ЗБИРАННЯ СОРГО НА ЗЕЛЕНИЙ КОРМ, СІНО І СІНАЖ

На зелений корм, сіно і сінаж збирають сорго-суданкові гібриди, сорго цукрове та суданської траву з багаторазовим скошуванням. Сорго-суданкові гібриди і суданську траву для зазначених вище цілей слід прибирати, залежно

від стиглості, через 45-55 днів після сходів, тобто за 10-12 днів до викидання волоті. При цьому високий рівень урожайності поєднується з підвищеним вмістом протеїну (до 16-18%), каротину, низьким – клітковини і високою перетравність. Другий укіс – збирають через 30 днів після першого, а третій укіс – через 40 днів після другого укосу.

При більш пізньому збиранні цих культур (у період цвітіння й зав'язування зерна) зелена маса виходить грубою, погано перетравлюється, з низьким вмістом протеїну (6-8%) і високим – клітковини.

При збиранні слід зробити так, щоб надходження зеленої маси закінчилося до початку появи волоті. Це дає можливість отримати повноцінні другий і третій укоси (на зрошенні чотири), а надходження зеленої маси розтягнути на 30-40 днів.

Слідом за збиранням зеленої маси першого укосу провести розпушування міжрядь з одночасною підживленням азотними добривами дозою N_{30}, щоб затримати випаровування вологи з ґрунту. В цьому випадку відбудеться прискорення відростання отави. Таке ж саме підживлення треба провести й після другого укосу, а пагони, що відросли, будуть використовувати опади серпня та вересня.

За даними Генічеської дослідної станції, в середньому за чотири роки, врожайність зеленої маси сорго при скошуванні у фазі виходу в трубку дорівнював 19,8 т/га, за 7-10 днів до викидання волоті – 21,9, при появі одиничних волотей – 21,7 і у фазі повного викидання волоті – 19,0 т/га. Якість зеленої маси була високою при ранніх строках збирання – за 7-10 днів до викидання волоті. Згодовування зеленої маси високої якості позитивно впливає і на якість тваринницької продукції.

При використанні на зелений корм сортів сорго цукрового збирання починають з моменту виходу рослин у трубку і до початку викидання. У цей період рослини ніжні, з добрими смаковими якостями, мають багато протеїну, охоче поїдаються тваринами, позитивно впливають на їх продуктивність. Крім того, при збиранні в цей період сорго добре відростає і формує ще один-два укоси.

Проводилось вивчення продуктивності перспективних сорго-суданкових гібридів і суданської трави при різних строках збирання. У вивчення були включені районовані гібриди Північнокавказький 5, Новатор 151 і сорт суданської трави Краснодарська 1967. По сортах суданської трави і гібридах найбільш високі врожаї зеленої маси і сіна з підвищеним вмістом протеїну, каротину та зниженим – клітковини і синильної кислоти отримані при трьох укосах, при цьому перший укіс проводився на 45-50-й день після повних сходів, тобто за 10-12 днів до викидання. При ранньому збиранні (на 35 і 40-й день) урожайність зеленої маси і особливо сіна знижується, однак підвищується вміст протеїну (до 18%). При пізньому збиранні (на 60-65-й день) урожайність зеленої маси й сіна підвищується, проте значно збільшується кількість клітковини та

знижується (майже в два рази) вміст протеїну, а його перетравність – істотно зменшується.

На зелений корм культури збирають різними силосозбиральні комбайни, які дрібно подрібнюють зелену масу (2-3 см): КСК-100, «Полісся», Е-281, КСС-2,6 та інші.

Слід зазначити, що пізньостиглі гібриди Сиваський 50, Кубань, Ставропольський кормової і інші призначені головним чином на зелений корм, оскільки при 2-3 скошування значно підвищується загальний збір зеленої маси порівняно зі збиранням цих гібридів на силос у фазі воскової стиглості зерна. Крім того, при використанні зазначених гібридів на силос рослини в сприятливих умовах і на зрошенні виростають до 3,5-4 м, що ускладнює збирання сучасними комбайнами, а через огрубнули товстих стебел силосна маса виходить грубою.

На Кубанській дослідній станції ВІР протягом чотирьох років досліджувалась ефективність строків скошування гетерозисного гібрида Кубань 1 порівняно зі стандартом – сортом Помаранчеве 160. Збирання на силос проводили в фазі воскової стиглості зерна. На зелений корм сорго прибирали на 55-60-й день після сходів при висоті рослин 120-150 см з висотою зрізу від ґрунту 12-15 см.

Швидко відростаюча отава дозволяла через 40-45 днів проводити ще один укіс (при висоті рослин 100-130 см), а при сприятливих погодних умовах був можливий і третій укіс (аж до заморозків). Результати проведених досліджень показали, що особливо високий ефект гетерозису у гібридів проявляється при відростанні.

При вирощуванні гібрида Кубань 1 прояв ефекту від гетерозису у середньому за 4 роки забезпечив формування врожайності зеленої маси 101,2 т/га, тобто на 38,4 т/га або на 61% більше, ніж при збиранні на силос.

Крім того, зібрана при багаторазовому підкошуванні зелена маса має високі кормові достоїнства. Вона більш поживна, оскільки містить більше протеїну (12,75%) і каротину (44,59 мг%), ніж силосна (6,75% і 30,96 мг%) і має високу перетравність.

Високий рівень урожайності формує при підкошуванні гібрид Кубань 1 і у виробничих умовах. Так, в умовах Білоглинського району Краснодарського краю при вирощуванні цього гібрида отримано врожайність зеленої маси за 2 укоси на рівні 40,2 т/га, у той час, як сорт Помаранчеве 160 сформував лише 27,5 т/га.

При багаторазовому скошуванні на Геок-Тепінській сортодільниці Ашхабадської області в умовах зрошення гетерозисний гібрид Кубань 1 забезпечив рекордний урожай: зеленої маси – 244,5 або сухий – 61,5 т/га, при врожаї сорту Помаранчеве 160 відповідно 113,2 і 28,1 т/га, кукурудзи Дніпровська 200 – 110,0 і 26,0 т/га, відповідно.

Про те, що гібриди сорго формують більш високу врожайність при

двохукісному використанні, свідчать дані Ставропольського НДІ сільського господарства, в дослідах якого, в середньому за три роки, врожайність гібрида Силосний 72 при першому укосі склала 40,7, при другому – 28,9 т/га. Врожайність стандарту сорту Помаранчеве 450 становила відповідно 20,6 і 26,4 т/га.

Помітний вплив на якість та поживну цінність сіна мають строки й способи збирання, а також технологія приготування. Раннє збирання забезпечує можливість отримати більш поживний корм. Найкраще сіно буде використано тоді, коли воно буде зібрано на 45-50-й день після сходів або на 10-12-й день до викидання волоті.

Скошують сорго й сорго-суданкові гібриди звичайними сінозбиральними машинами, які одночасно проводять плющення рослин і залишають їх в прокосах. У зв'язку з тим, що сорго має в стеблах великий вміст цукру, скошені рослини важко підсихають. Тому на другий-третій день після скошування масу перевертають, а після підсушування сіно скиртують. Не можна пересушувати сіно, оскільки при цьому втрачаються листя.

Сінаж (консервований корм) готують зі скошених та пров'ялених до вологості 40-45% рослин. Це найбільш поживний корм, в якому зберігається все листя, і яке має підвищений вміст протеїну та вуглеводів. Загальні втрати поживних речовин становлять 13-17%, тоді як при заготівлі сіна вони перевищують 35%.

Кращу якість сінажу виходить при використанні сорго-суданкового гібрида Соковитостебловий 3, який містить до 14-16% цукру, і в такому кормі вони зберігаються.

Технологія збирання та приготування сінажу: перший етап – скошування рослин за 10-12 днів до викидання, плющення, в'ялення, згрібання у валки; другий етап – підбір валків, подрібнення і навантаження в транспортні засоби; третій етап – закладка подрібненої маси у вежі або облицьовані траншеї. Подрібнений сінаж у траншею необхідно закладати протягом 3-4 днів, добре утрамбувати, укрити секцію траншеї поліетиленовою плівкою та засипати шаром землі з валом, щоб не підтікала вода. Виїмка сінажу проводиться щодня рівномірним зняттям шару маси не менше 20-25 см з усієї поверхні секції траншеї, щоб зіткнення корми з повітрям було мінімальним. При порушенні цих правил сінаж швидко зігрівається, пліснявіє і може стати непридатним для використання.

4.5. КОНСЕРВУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОГОГО ЗЕРНА СОРГО

Біологічна особливість сорго така, що навіть у самих ранньостиглих сортів зерно на підганяючих волотях під час збирання має вологість 30-35%, тоді як на волоті головних стебел вологість зерна становить 14-15%.

Зібране й вимолочене комбайном таке зерно має, як правило, підвищену вологість – до 25-30%. Воно добре вимолочується, має підвищену сипучість, безперешкодно надходить в бункер і без затримки з нього вивантажується в машини. Однак, при такій вологості зерно, якщо його не просушити, швидко гріється, пліснявіє, псується та стає непридатним.

Окремі господарства з цілком подрібнених рослин виготовляють зневоднені брикети та гранули, використовуючи сушильні агрегати типу СБ, АВМ та ін. З кожного гектара виходить до 9-10 т таких гранул, або 65-85 ц к.од., які є чудовим кормом. Однак, цей спосіб заготівлі кормів так само, як і сушка вологого зерна в зерносушарках, призводить до великих енергетичних витрат.

Багато господарств використовують сорго зернове для закладки монокормів. І хоча витрати при цьому невеликі, проте при збиранні його в повній стиглості зерна мають місце втрати поживних речовин при згодовуванні великій рогатій худобі і свиням, оскільки таке зерно, що становить в масі корму 35-40%, засвоюється тільки наполовину.

Багаторічні дослідження ВНДІ сорго і Кримського аграрного університету, а також практика багатьох господарств показали, що економічно вигідним є вирощування сорго зернового на порівняно великих площах, а зберігання вологого зерна, призначеного для використання на корм у великих кількостях, проводити в облицьованих силосних траншеях або баштах. При цьому відпадає потреба в складських приміщеннях.

Збирання сорго зернового проводиться комбайнами вітчизняного або закордонного виробництва на високому зрізі, причому видаляються одні волоті. При цьому вимолочене вологе зерно, привезене від комбайна, засипають в облицьовані або покриті поліетиленовою плівкою силосні траншеї шириною 4 м, глибиною 3 м, завдовжки – залежно від наявності зерна. Таке зерно трамбують, особливо по кутах і краях, потім покривають подрібненої зеленої масою сорго шаром в 20-30 см, поліетиленовою плівкою і землею метрової товщини з відвалами, щоб не підтікала вода.

Можна траншею розділити на секції по 80-100 т кожна. Такі секції повинні бути наповнені зерном і утрамбувати за півтора дня. Якщо на секції траншея відділена, то вона вологим зерном заповнюється поступово з таким розрахунком, щоб за півтора-два дні можна було законсервувати певний відрізок секції.

Оскільки в початковий період зерно інтенсивно дихає і весь міжзерновий простір заповнюється вуглекислим газом, всі мікробіологічні процеси в такій масі припиняються. Отже, зерно саме себе консервує. У таких анаеробних умовах воно може зберігатися роками. Зазвичай траншею відкривають навесні (березень, квітень), і зерно згодовують тваринам, найкраще у сплющеному або дроблення вигляді. В іншому випадку воно засвоюється тільки на 50%. При згодовуванні птахам зерно

нетреба й подрібнювати.

Законсервоване в силосних траншеях зерно в процесі зберігання не втрачає поживних якостей і набуває приємного яблучного запаху. Вибирати його слід щодня або через день. Якщо зерно з траншеї вибирати безсистемно або через 5-10 днів, то в результаті його зіткнення з киснем повітря утворюється цвіль, збільшуються відходи. Цей єдиний недолік у зберіганні вологого зерна сорго у дбайливих керівників може не виявитися.

Таке зерно не тільки зберігає в собі поживні речовини, але одночасно збагачується деякими незамінними амінокислотами та вітамінами, оболонка і ендосперм розм'якшуються і краще засвоюються. Такий корм охоче поїдається всіма видами тварин і забезпечує високі прирости. При цьому загальні втрати зерна становили не більше 2%.

Багаторічні дослідження і досвід різних господарств Ростовської області і господарств АР Крим з консервації зерна сорго та впровадження у виробництво цього способу зберігання показують, що тільки таким шляхом можна розробити стратегію розширення посівних площ сорго зернового.

Найкращі господарства при цьому можуть заощадити тисячі тонн пального, яке використовується на виготовлення борошна, гранул і сушку зерна, звільнити складські приміщення для зберігання ціннішого насіннєвого матеріалу. Головне завдання в цьому питанні – заготовити велику кількість концентрованих кормів, а оскільки сорго зернове порівняно з ячменем і кукурудзою дає більший вихід зерна з одиниці площі, то вирощування, зберігання і використання його обходиться значно дешевше порівняно з традиційними кормами.

При своєчасному і правильному завантаженні вологого зерна сорго в траншеї ніяких дорогих консервантів використовувати не потрібно. Воно при виділенні вуглекислоти саме себе консервує. Однак деякі керівники і спеціалісти господарств повільно впроваджують у виробництво рекомендації вчених, перевірені практикою.

Укорінений консерватизм, прихильність до старих традицій гальмують впровадження нового, прогресивного. Сільськогосподарські працівники звикли, що зібране сухе ячмінне або вівсяне зерно лежить на току або в сухому складі. Вологе ж зерно сорго економічно вигідніше зберігати в облицьованих траншеях в консервованому вигляді. Це і є нове слово в зберіганні зерна. У багатьох зарубіжних країнах фуражне зерно сорго переважно консервують, а в північних та східних регіонах України консервують лише 15-20 млн т зернофуражу різних культур, отримуючи при цьому певний економічний ефект.

Якщо нам вдасться подолати бар'єр консерватизму у впровадженні сорго зернового та його зберіганні в силосних облицьованих траншеях або вежах, можна збільшити кількість концентрованих кормів за рахунок

зерна сорго майже в півтора рази, внаслідок отримання більш високих врожаїв, ніж від кукурудзи та ячменю.

Наукою й передовою практикою доведено, що можна застосовувати і хімічне консервування вологого зерна сорго при закладці в силосних траншеях, використовуючи різні органічні кислоти: пропіонову, щавлевокислого амонію, мурашину, бензойну, оцтову. Консервувати зерно цими кислотами можна з вологістю 30-35% при витраті їх близько 1% від маси зерна. Високу ефективність забезпечує концентрат низькомолекулярних кислот (КНМК), що представляють собою суміш мурашиної, пропіонової, оцтової та масляної кислот при витраті їх близько 1,5% від маси зерна.

Консервування зерна сорго також можливе і в складах. Відомо, що зерно сорго вологістю понад 22% зберігає якість після збирання менше доби. Після цього в ньому починається інтенсивний розвиток мікроорганізмів, що призводить до пліснявіння, ущільнення, самозігрівання, накопичення токсичних продуктів, що знижують санітарну якість зерна і роблять його непридатним для згодовування тваринам.

До прогресивних енергозберігаючих технологій зберігання фуражного зерна сорго відноситься хімічне консервування, що дозволяє значно скоротити втрати поживних речовин. При застосуванні азотомістких консервантів підвищується протеїнова цінність зерна.

Для консервування зерна сорго безпосередньо в складах використовують рідкі органічні кислоти, вуглеамонійні солі (ВАС), піросульфіт натрію, рідкий аміак та інші. З рідких органічних кислот найбільш ефективні пропіонова кислота й концентрат низькомолекулярних кислот (КНМК). Пропіонова кислота володіє найбільшим фунгіцидною дією, тобто вона пригнічує в першу чергу життєдіяльність мікроорганізмів і таким чином ліквідує причини самозігрівання та псування вологого зерна. При відсутності пропіонової кислоти для консервування зерна успішно використовують КНМК – суміш органічних кислот (30-35% мурашиної, 25-30 оцтової і 15-20% пропіонової). За даними НДІ механізації сільського господарства, питома витрата консервантів залежить від вологості зернової маси та терміну зберігання.

Основні вимоги при хімічному консервуванні фуражного зерна – точність дозування консерванту й ретельне перемішування його із зерновою масою.

Технологія обробки зерна рідкими хімічними консервантами, розроблена рядом науково-дослідних інститутів України та закордоном, перевірена багаторічною практикою в господарствах різних регіонів, полягає в наступному. У відсотках визначається вологість зерна; встановлюються продуктивність змішувача (т/год.) та необхідна доза консерванту (л/т) залежно від вологості зерна сорго. В подальшому

проводиться обробка зерна, яке після цього без затримки направляється до сховища.

Механізовану обробку рідкими консервантами проводять на майданчиках або в сховище, але при наявності вентиляції. При закладці на зберігання необхідно переконатися, щоб обробленим було все зерно.

У зв'язку з тим, що промисловість поки не випускає спеціального обладнання для консервування вологого фуражного зерна, в місцевих умовах можна швидко виготовити технологічну лінію з наявних в господарствах машин і механізмів. Для цього використовують звичайні зернові шнеки, стрічкові транспортери, зернонавантажувачі та дозатори для внесення рідких консервантів УВК-Ф-1. У неї входять: зерновий шнек (змішувач) продуктивністю 5-10 т/год.; розпилювач консерванту; дозатор консерванту з резервуаром та насосом, який забезпечує подачу консерванту від 50 до 300 л/год.; витратомір консерванту; допоміжний вантажно-розвантажувальний механізм.

Шнек встановлюють в похилому положенні і з'єднують в нижній частині з прийомним бункером. Довжина шнека повинна бути 4-5 м для того, щоб зерно в процесі руху по гвинтової поверхні шнека могло рівномірно перемішуватися з консервантом. Частота обертання шнека визначається продуктивністю установки. Розпилювачі (розбризкувачі рідкого консерванту) встановлюють над розвантажувальним вікном шнека. Як розпилювача використовують трубку діаметром 15-20 мм з нержавіючого металу. Довжина трубки 250-300 мм з двома рядами отворів, розташованих під кутом 20-30° в нижній частині трубки. Діаметр отворів – від 1 до 2,5 мм. Їх кількість залежить від витрати консерванту (зазвичай 20-30 отворів).

Вологе зерно сорго, яке надійшло від комбайна, автосамоскидачем розвантажується на відкритій асфальтованому майданчику, потім навантажувач подає його в бункер. У бункері над приймальні частиною шнека зверху встановлюють розпилювач консерванту. Вологе зерно подається в бункер, а потім в приймальню частина шнека. У цей час включають в роботу дозатор консерванту й шнек. Консервант з резервуара (поліетиленовою бочки та інші) по шлангу через витратомір надходить до розпилювачів та впорскується в зернову масу, що знаходиться в приймальні частини шнека.

Далі зерно, переміщаючись по шнеку, рівномірно перемішується з консервантом. При виході з шнека оброблена зернова маса надходить або в бурти, утворюючи насип, або безпосередньо в сховище. При зберіганні зерно доцільно вкрити брезентовим пологом або поліетиленовою плівкою. Це зменшить випаровування консерванту.

При обробці великої кількості зерна доцільно мати стаціонарну установку хімічного консервування, що складається з змішувача великої

продуктивності і приймально-розвантажувальних ліній. Як дозатор можуть бути використані насосні установки, призначені для роботи з агресивними середовищами.

Високоефективним дією по збереженню зерна сорго підвищеної вологості мають сухі (сипучі) хімконсерванти: вуглеамонійні солі, піросульфіт натрію та інші. Вуглеамонійні солі (ВАС) представляють собою суміш різних карбонатів амонію. Вони містять 20% аміаку або 17% азоту і близько 50% (за масою) вуглекислоти. УАС випускаються в дрібнокристалічному вигляді білого або сірого кольору. При додаванні у вологе зерно УАС поступово розкладається на вуглекислоту й аміак. Вуглекислота витісняє кисень, що знаходиться в насипу, а аміак, володіючи фунгіцидною та бактерицидну дію, припиняє життєдіяльність мікро- й макрофлори, одночасно збагачує зерно азотом.

УАС широко використовується в господарствах України, а також в ряді областей Російської Федерації. Наприклад, Томська область має чотирирічний досвід застосування вуглеамонійних солей.

Для внесення сухих сипучих консервантів у вологе фуражне зерно в якості дозатора можна використовувати туковисіваючі апарати кукурудзяної сівалки. Привід тарілчастого живильника здійснюється від електродвигуна потужністю 1-1,5 кВт через понижуючий редуктор або пасової варіатор. Зверху туковисівного апарату встановлюють приймальний бункер з регулювальної заслінкою та металевою сіткою. Живильник також встановлюється над приймальні частиною шнека. Решта механізми і принцип роботи лінії такі ж, як і при внесенні рідкого консерванту. При цьому необхідно пам’ятати, що всі сухі консерванти гігроскопічність і тому нетривале перебування їх на повітрі призводить до злежування і утворення великих шматків. Перед початком обробки необхідно встановити оптимальні режими роботи установки.

У США розроблено препарати для боротьби з цвіллю в кормовому зерні. Зокрема, фунгіцид Повер 7 містить 15% пропіонової кислоти та 85% інертних речовин. Його вносять у зерно з розрахунку 0,9 кг на тонну при вологості зерна 10-16%, 1,4 кг – при 18-24% і 1,8 кг – при 26-36%. З метою поліпшення збереження зерна при обробці верхнього шару його насипу дозу внесення препарату рекомендується збільшити на 25%. Оброблене зерно зберігається до 12 місяців. Інший препарат – ДМХ-7 –- теж містить пропіонову кислоту. Але в його склад входять і речовини, які усувають смак і запах пропіонової кислоти, а також знижують її летючість. Обробка зерна, перш за все сорго, цим препаратом проводиться відразу після збирання. У такому зерні рівень його фунгіцидної активності, достатній для придушення цвілі, зберігається протягом 18 місяців.

Консервування вологого зерна сорго аміаком. Деякі керівники та фахівці при консервуванні вологого зерна сорго в траншеях знаходять якісь

складнощі і незручності. Тим часом є досить простий вихід. Там, де в якості добрива використовується рідкий аміак, його можна використовувати і для збереження сирого фуражного зерна сорго. Виявилося, що при обробці аміаком (15 л на тонну зерна) зерно з вологістю до 20% можна зберегти протягом року. При вологості зерна 21-25% дозу аміаку збільшують до 20 л/т, а за вологості понад 26-30% – до 25 л/т зерна. В обробленому аміаком зерні повністю гинуть шкідники запасів. Припинення життєдіяльності зернової маси до мінімуму знижує втрати сухої речовини в процесі зберігання (за 12 місяців 1-2%).

Основна вимога при консервуванні зерна аміаком – максимально можливий рівномірний розподіл реагенту. У цьому випадку основна його кількість (понад дев'ять десятих) поглинається зерном вже за перші 5-6 хв. Таке рівномірний розподіл можна забезпечити, якщо вводити аміак у вивантажувальні шнеки зерноочисних машин (ОВК-20А, ОВС-25), роздавальників-змішувачів кормів (АРС-10, РСП-10), автонавантажувачів насіння АС-2 УМ, навантажувачів концентрованих кормів ПК-6А. Найкращі результати виходять там, де оброблене аміаком зерно витримують 5-6 хв. у бункерах-накопичувачах зерноочисних комплексів ЗАР, ЗАВ та ін.

Технологія обробки з використанням роздавальника-змішувача РСП-10 зводиться до наступного. Зерно завантажують у бункер змішувача на 8-10 см нижче верхньої кромки. У бункер вміщається 5,0 т зерна сорго. Усередині бункера уздовж двох шнеків приварюють дві сполучені між собою трубки з отворами. До штуцера приєднують шланг для підведення аміаку. Виходячи з кількості зерна в бункері, дози реагенту, тиску його в цистерні і прохідного перетину дросельної шайби встановлюють тривалість введення аміаку в масу зерна. Тривалість перемішування 12-15 хв.

Відділами хімізації тваринництва розроблена наступна технологія. Для обробки вологого зерна використовують переобладнаний очищувач ОВП-20А. Для цього видаляють решета та повітряні частини очищувача. Замість них встановлюється два бункера і похилий шнек комбайнів. Для подачі аміаку використовують заправник ЗБА-3,2 або АБА-0,5. Послідовність операцій наступна: очищувач встановлюють у насипу зерна, включають в роботу живильники очищувача; зерно подають в приймальний бункер; в кінці заповнення приймального бункера включається похилий шнек очищувача, в приймальне вікно якого від заправника по шлангу і через калібровану шайбу дозатора подається рідкий аміак; оброблена маса зерна шнеком подасться в бункер витримки, в якому вона витримується протягом 7-10 хв., а потім вивантажується на майданчик струму або в сховище.

Якщо оброблене зерно зберігають під навісами на відкритому повітрі,

його необхідно укрити поліетиленовою плівкою на 10-12 днів для того, щоб аміак не випарувався. Коли зерно відразу подають на склад, його можна не вкривати. Правильно оброблене зерно відразу після обробки має різкий аміачний запах, що наближається за інтенсивністю до запаху розведеного в два рази аптечного нашатирного спирту.

За хімічним складом консервоване рідким аміаком зерно практично не відрізняється від сухого, але вміст азоту збільшується на 20-30%. В обробленому зерні в результаті взаємодії аміаку з вологою на 5-15°С підвищується температура. Під час зберігання зерна контролюють температуру. Термометри занурюють в різних місцях бунту на глибину 40-50 см. Зерно з сильно розігрівають ділянок згодовують в першу чергу.

Консервоване зерно сорго їдять всі види худоби. Його можна згодовувати без обмежень. Для кращого використання зерно доцільно розплющити або пропустити через дробарки, а для усунення залишкового запаху аміаку змішувати з силосом. Перетравність поживних речовин раціонів з консервованим зерном вище, ніж з сухим. Отримували його бички дали прирости на 8,7% більше порівняно з тваринами, які отримували сухе подрібнене зерно. При консервуванні сирого зерна рідким аміаком витрати праці порівняно з сушінням знижуються більш ніж в 3 рази, а енерговитрати – більш ніж в 20 разів. Роботи з консервації повинні виконувати спеціально навчені працівники, які мають засоби індивідуального захисту.

РОЗДІЛ 5
ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ СОРГО ЦУКРОВОГО

5.1. ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ СОРГО ЦУКРОВОГО НА ПАТОКУ

Сорго цукрове – важливий вуглеводний корм. Крім кормових цілей, сорго цукрове відіграє важливу роль як сировина для харчової промисловості в зв'язку з наявністю в соку стебел високого вмісту цукрів.

За вмістом цукрів у соках стебел сорго цукрове не поступається цукровій тростині, однак різко відрізняється за складом. Якщо цукрова тростина в своєму соку містить виключно цукрозу (кристалізується цукор), то в соку сорго цукрового, крім цукрози, містяться значною мірою глюкоза і розчинний крохмаль, які перешкоджають кристалізації. Тому з соку сорго виробляють не кристалічний сухий цукор, а сорговий мед і патоку, які мають поживну цінність у зв'язку з підвищеним вмістом глюкози. Найбільш інтенсивно цукор накопичується після цвітіння сорго. Максимальна кількість цукрів збігається з фазою воскової і повної стиглості зерна.

Правильно виготовлений сорговий мед містить 24% води і 76% сухих речовин, до яких входять близько 70% цукрів: тростинний цукор (цукроза), виноградний (деустроза) і фруктовий (левулеза). У сорговому меду міститься також крохмаль (3-4%) і мінеральні речовини (2-3%). Він володіє приємним смаком, мед використовується в кондитерській промисловості, при виробництві фруктових вод та інших цілей.

Розрахунки показують (табл. 5.1), що існуючі сорти сорго цукрового можуть забезпечити виробництво цукру з гектара: 2,5-2,8 т на незрошуваних землях і до 4,0-4,5 т в умовах зрошення.

Оскільки в кормовому балансі тварин вуглеводи необхідні, то сорговий цукор можна зберегти, а потім використовувати кількома способами: консервація його в силосі спеціальними консервантами; приготування зневоднених солодких гранул з цілої рослини сорго цукрового на високотемпературних установках (АВМ або СБ); витяг соку і перетворення його в концентрований сироп (патоку).

У зв'язку з тим, що цукрові буряки в посушливих зонах країни не вирощують, сорго цукрове може поповнити запаси цукру. Так, з площі 100 га сорго цукрового (із середньою врожайністю зеленої маси 30 т/га і 18% цукристості) можна отримати понад 200 т цукру.

Однак до останнього часу проблема отримання цукру з сорго цукрового в нашій країні не вивчалася. Основним призначенням цукрових сортів було отримання високого врожаю зеленого корму, але підвищений

вміст цукрів негативно позначався на якості зеленої маси. Тому вся селекційна робота з цією культурою була спрямована не на збільшення цукру, а на його зменшення. У зв'язку з тим, що тварини краще поїдають зелену масу, яка містить оптимальну кількість вуглеводів (приблизно, як у кукурудзи), то селекціонери почали створювати низькоцукрові гібриди сорго. Для цього вибирали за материнську лінію зернове несолодке сорго, а за батьківську – сорго цукрове з високим вмістом цукрів. Виходили гетерозисні гібриди з розсиропленим соком в стеблі (10-12% цукрів), зелену масу якого тварини добре поїдали.

Таблиця 5.1

Вихід цукру з посівів сорго залежно від вмісту його в соку стебел

Показник		Урожайність, т/га	
		без зрошення	при зрошенні
Зелена маса		40	60
Вихід стебел, 60% від маси		27	36
Вміст соку, 75% від маси стебел		18	27
Вихід соку, 80% від його вмісту		14	21
Вихід цукру при вмісті його в соку:	15%	2,2	3,2
	16%	2,3	3,4
	17%	2,4	3,7
	18%	2,6	3,9
	19%	2,7	4,1
	20%	2,9	4,3
	25%	3,6	5,4

Однак науковий досвід зарубіжної селекції свідчать про те, що використання сорго цукрового в харчовій промисловості дуже перспективний напрямок, оскільки технологічний процес витягу цукру з рослини сорго менш трудомісткий і більш економічний, ніж при використанні цукрових буряків.

У ВНДІ сорго в умовах Ростовської області дослідження сорго цукрового в цьому напрямку взяли цілеспрямований характер. Виділено з колекції ВІР високоцукристі зразки – К-3066, К-4014, К-2128, К-3052, К-3053 (табл. 5.2), у яких відзначена висока цукристість стебел і врожайність рослин (41,7-58,0 т/га зеленої маси).

Наявні в колекції високоцукристі зразки сорго значно відрізняються як за якістю цукрів, так і за вмістом їх на одиниці площі. Окремі колекційні зразки слід висівати як для безпосереднього їх використання, так і для включення в селекційний процес з метою виведення нових

високоврожайних сортів з великим вмістом цукрів у соку стебел.

Таблиця 5.2

Вміст цукрів у соку та урожайність зеленої маси сорго

№ каталогу	Назва сорту	Вміст цукрів у соку стебел, %			Вегета-ційний пе-ріод, дн.	Висота, см	Урожай-ність зеленої маси, т/га
		всього	моноцукри	дицукри			
К-3052	-	25,7	6,2	19,5	140	160	41,7
К-2343	Сумак	23,8	2,4	21,4	130	120	19,5
К-3053	-	29,0	7,6	21,4	140	160	58,0
К-3064	Янтар чорний	16,8	8,5	8,3	128	130	38,2
К-3066	-	26,8	8,3	18,5	140	160	38,8
К-3868	Сумак ранній	23,0	6,6	16,4	120	185	38,4

У зразків з підвищеним вмістом суми цукрів частка дицукрів зростає. Узагальнення матеріалів з досліджень рослин сорго цукрового в країнах СНД і за кордоном дозволяє зробити висновок про те, що на сучасному етапі розвитку селекційних робіт і відпрацювання технологій вирощування і добування соку з стебел сорго цукрове може успішно використовуватися на кормові, харчові, технічні та біоенергетичні потреби.

Зазоотехнічними нормами оптимальним розміром цукро-протеїнового відношення для раціонів великої рогатої худоби на одиницю перетравного протеїну має припадати 1,0-1,5 одиниці цукру. У посушливих районах, де обробіток буряка утруднено, цукро-протеїнове відношення в раціонах худоби можна балансувати сорго цукровим.

Якщо правильно приготувати з рослин сорго цукрового силос з консервантами, він зберігає практично всі цукри (95-97%). Консервація цукру в силосі дозволяє успішно використовувати його в зимовий та весняний періоди, коли тварини особливо потребують легкорозчинних вуглеводів. Проведені досліди показали, що годування корів силосом з добре подрібнених (до 1,0-2,0 см) рослин сорго цукрового сприяє підвищенню середньодобових надоїв на корову порівняно з використанням кукурудзяного силосу на 0,75 кг, при цьому жирність молока підвищується на 0,3-0,4%.

Одним із шляхів використання цукру сорго для балансування раціонів по цукро-протеїновому відношенню приготування з рослин борошна або гранул. Досліди, проведені ВНДІ сорго разом з кафедрою годування Донського СХІ, показали, що районування на Північному Кавказі сорту сорго цукрового Зерноградське 3 і Ставропольське 32 забезпечує вихід гранул до 100 ц/га з вмістом в 1 кг гранул 0,65 к.од. Гранули з рослини

сорту Ставропольське 32 містять 17,9% цукру і 30 мг/кг каротину, з сорту Зерноградське 3 – 21,6% цукру і стільки ж каротину. Заміна в раціонах великої рогатої худоби частини концентратів і люцернового сіна на гранули з сорго цукрового дозволила підвищити цукро-протеїнове відношення більш ніж в 4 рази. При цьому за 3 місяці лактації від корів, які отримують по 4 кг сортових гранул в день, було надоєно молока 4%-ої жирності на 17,8% більше, ніж від корів, які отримують стандартний раціон. Витрати кормових одиниць на 1 кг молока знизилися на 18,2%.

Великі перспективи пов'язані з годуванням тварин (при балансуванні раціонів по цукро-протеїновому відношенню) гранулами з цілих рослин сорго, зібраних в фазі від молочно-воскової до повної стиглості зерна. В 1 кг гранул кращих сортів сорго цукрового міститься 0,7-0,9 к.од., 24-25 г протеїну, 180-220 г цукру і 58-60 мг каротину. При згодовуванні 3-4 кг солодких гранул замість бурякової патоки молочна продуктивність збільшується на 8-12%, а витрати поживних речовин на одиницю продукції зменшуються на 8-10%.

Відмінний корм для молодняка великої рогатої худоби – борошно з сорго цукрового, яке може замінити люцернове. Так, телята масою 96 кг, що одержували протягом 90 днів борошно з люцерни, мали середньодобові прирости 777 г, а сортове солодке борошно – 788 г. Гранули з сорго цукрового використовуються в господарствах Північного Кавказу на відгодівлі бичків, свиней, овець. Гранули технологічні у зберіганні, перевезеннях і безпосередньо при роздачі кормів.

Розрахунки показують, що на Північному Кавказі в зоні із середньорічною кількістю опадів 420-450 мм районування сорту сорго з вмістом цукрів у соку стебел 17-18% можуть забезпечити отримання 2,5-3,0 т/га цукру, а на зрошуваних землях – 3,5-4,0 т/га. Створення нових високоврожайних сортів з вмістом цукрів 24-25% дасть можливість підвищити вихід цукру з гектара до 3,3-3,5, а на зрошуваних землях до 4,5-5,0 т / га.

Вчені Харківського зооветеринарного інституту прийшли до висновку, що важливим резервом зміцнення кормової бази тваринництва є пошук і швидке впровадження нових кормових культур, розробка перспективних, безвідходних технологій їх використання при мінімальних енерговитратах. Такою культурою для багатьох регіонів країни є сорго цукрове, рослини якого можуть бути перероблені на промисловій основі з отриманням великої кількості корисних компонентів (глюкоза, фруктоза, кормові дріжджі, сиропи тощо). Застосовувані в даний час технології економічно маловигідні, оскільки при силосуванні велика частина цукрів зброджується.

Вивчено й отримано кормову оцінку:

- сиропи з стебел сорго, що містять поряд з глюкозою і фруктозою

Ca, P, M, K, Na, Cu, Co, Mn, Fe, до 3% протеїну, все незамінні амінокислоти, вітаміни B_1, B_2, PP, E і C;

- доведено, що біологічна цінність екстрактів із стебел сорго в кілька разів перевищує аналогічні показники сиропів;
- високими кормовими властивостями володіє і багаса (жом) сорго: в 100 кг її міститься 2,0-2,5% протеїну, 63-65% МЕВ, 1-2% жиру, 25-28% клітковини, вітаміни E, B_1, B_2, PP, каротин, велика кількість мікро- і макроелементів, а також в невеликій кількості всі незамінні амінокислоти. За поживністю вона наближається до сіна – 93 к. од. і 1,5 кг перетравного протеїну.

5.2. ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ СИРОПУ НА ПЕРЕСУВНИХ УСТАНОВКАХ

Найкращим часом збирання сорго для виробництва сиропу слід вважати період, коли зерно переходить у фазу воскової стиглості і твердне настільки, що не роздавлюється нігтем. На цей час стебло сорго має жовто-бурштиновий колір, найбільшу соковитість, сік, приємний на смак, солодке, без стороннього присмаку зелені.

У верхньому міжвузлі стебла біля самої волоті сік менш доброякісний, і тому зазвичай при очищенні стебла верхні міжвузля видаляють. Щоб уникнути подвійної роботи, волоті слід зрізати з верхньої тонкої частини стебла на 25-30 см.

Видаляти листя зі стебел сорго при виробництві сиропів потрібно обов’язково, Листя дають небажані хімічні домішки зерна зеленого хлорофілу, різні органічні кислоти, пектинові речовини. Листя бувають більш забруднені, в зв’язку з цим виготовлення якісного сиропу з стебел з листям утруднено. У листі міститься в 2-3 рази менше соку, ніж в стеблах.

Найбільш економним способом очищення стебел є збивання листя зі стоячих стебел в поле за допомогою спеціальних легких дерев’яних ножів. Листя збивають після того, як вже зрізано волоті. Якщо стебла були скошені разом з листям, їх потрібно очистити.

Після відокремлення волоті та очищення стебел від листя стебла збирають. Для цього можна користуватися сінокосарками, а також збивати стебла вручну серпом, косою або краще гостро відточеною сапою. Зрізати стебла потрібно якомога нижче, біля самої поверхні ґрунту, проте не вище, ніж між першим та другим міжвузлям. Це необхідно, по-перше, для того, щоб отримати з одиниці площі більше зеленої маси, а також тому, що нижня частина стебла найбільш багата соком.

На зламах в стебла проникає повітря, і сік на зламі починає зброджуватися, киснути. Сік, який скис, змішуючись в подальшому при переробці з нормальним, додає останньому затхлості та негативно впливає

на якість вироблюваного сиропу. Тому при збиранні стебел сінокосарками потрібно підбирати скошені стебла, щоб при подальшому проходженні машини вони не м'ялися і не ламалися.

Стебла сорго повинні бути зібрані й розташовані на зберігання до заморозків. Замерзання стебел, а потім відтавання їх викликає швидке бродіння соку і розпад цукрів. Збирати стебла, призначені для виробництва сиропу, можна протягом 10-15 днів після настання повної стиглості насіння. З огляду на це, а також можливість висіву в 2-3 строки кожного з сортів сорго (ранньостиглого, середньо- й пізньостиглого), можна забезпечити безперебійну роботу сорго-сиропного виробництва близько 100 днів, не вдаючись до зберігання стебел в скиртах.

Крім того, результати дослідів показали можливість зберігання в скиртах стебел деяких сортів сорго протягом 170 днів в умовах Північного Кавказу (вересень-березень). Кількість загального цукру при цьому залишалася майже незмінною. Це відкриває можливість довготривалого завантаження сорго-сиропного виробництва й регулювання його залежно від напруженості робіт в господарствах.

У стеблах при своєчасному збиранні сорго цукрового міститься до 85% соку. Цукристість стебел кращих сортів сорго близько 18%. Близько 15% маси стебел становить клітковина. В 1 т стебел міститься близько 150 кг цукру, 150 кг клітковини і 700 кг води і інше.

У сиропах з сорго міститься цукор трьох видів: цукроза, всім нам відомий буряковий або тростинний цукор і так званий «інвертний» цукор, який складається з двох самостійних цукрів – глюкози і фруктози. Щоб, витягти з стебел сорго весь цукор, необхідно це робити на заводському підприємстві, що наближається за типом до бурякового цукрового заводу.

Можна отримати цукор зі стебел сорго у вигляді сиропу більш доступним способом на найпростішій установці. Цей спосіб зводиться до трьох основних моментів: 1) отримання з стебел сорго соку; 2) очищення соку; 3) випарювання і упарювання соку до напівсиропу й сиропу.

Сік із стебел сорго отримують на двохвальному вальцевому верстаті, де можна отримати до 25-30% соку від ваги якісних стебел, що переробляються Стебла сорго падають на вальці в цілому вигляді.

У верстаті під вальцями встановлюють коритозбірник, куди стікає віджатий сік. За мірою накопичення соку його фільтрують (проціджують через дрібне металеве сито, вилужене оловом, або волосяне густе сито, або мішковину) для того, щоб очистити від так званих механічних домішок: дрібних частинок листя, стебел, ґрунту.

Сито, мішковина або те й інше разом (для кращого очищення соку) при фільтрації ставлять зверху над дерев'яним баком, і сік, який проціджується, стікає в нього. Бак знизу на висоті 10-15 см від внутрішньої поверхні днища повинен мати спускний кран. Проціджeному соку дають

відстоятися протягом 2-3 годин, щоб осіли дрібні домішки, які неможливо вловити при фільтрації. Після відстою сік через кран, щоб не захопити осад, спускають на випарник.

Для випарювання соку служать відкриті, неглибокі сковороди-випарювачі, які мають дерев'яні стінки і металеве дно. Ці випарювачі виготовляють наступним чином. З соснових або липових струганих дощок товщиною 35 мм роблять прямокутну раму висотою 15 см, розміром по зовнішній стороні 72×144 см (під покрівельний лист заліза). Раму роблять на шипах, торцеву площину її, до якої має бути прикріплено дно, виструґують строго в одній площині. Потім беруть стандартний лист покрівельного заліза, обов'язково попередньо вилужений з одного боку харчовим оловом, накладають його луженою стороною всередину ящика-рами, вирівнюють по рамі і забивають рідко цвяхами по всій довжині торцевого боку рами. Таким чином, лист без перекосів рівномірно натягується на раму. Потім між першими цвяхами забивають ще цвяхи до тих пір, поки дно зі стінками не буде скріплено настільки щільно, що налита на дно вода не протече. Кути дерев'яної рами випарювача скріплюють залізними косинцями з трьох міліметрового заліза.

Замість покрівельного заліза дно випарника можна робити з листової міді та латуні або білої жесті. Але і мідь, і латунь обов'язково повинні бути вилужені з внутрішньої сторони харчовим оловом. Для білої жесті цього не потрібно. Відповідно до розмірів випарювача влаштовується вогнище з розрахунком, щоб топка з піддувалом і колосниками була попереду випарювача, а гарячі гази йшли під випарювач.

Можна ставити кілька випарювачів різних розмірів, проте поверхню випаровування їх не повинна перевищувати 2 м^2.

Відстань між подом топки і дном випарювача має бути 15-20 см, поступово зменшуючись, а в кінці перед виходом газів у трубу має бути вдвічі менше. Випарювач встановлюють на вогнище з таким розрахунком, щоб його задня сторона була на 1 см вище передньої, що знаходиться у топці. На кладку вогнища випарювач встановлюють так, щоб кладка кругом перекривала дерев'яну раму на 2,5 см. Роблять це для того, щоб оберегти від вогню раму випарювача.

З боку топки в кутку випарювача на відстані 1 см над рівнем дна влаштовують кран для спуску після уварювання сиропу. З самого початку і до кінця варіння напівсиропу або сиропу в грубці потрібно тримати рівний і сильний вогонь, прагнучи в найкоротший строк закінчити варіння. Вогневий випарювач площею 1 м^2 випаровує 50 л води за годину.

Для отримання готового сиропу сік уварюють в два прийоми. Спочатку його випарюють до напівсиропу (щільність близько 45%, або 450 г цукру в 1 кг напівсиропу). Після відстою протягом 5-8 ч, видаливши піну,

напівсироп зливають без каламуті у випарювач і уварюють до щільності 75%. Вище цієї щільності уварювати не слід, тому що чим щільніше стає сироп, тим він важче уварюється, може підгорати, темніти і мати запах підгорілого цукру. Не можна допускати, щоб під час роботи на випарювачі дно залишалося оголеним, оскільки це призведе до підгоряння цукру та псування сиропу (крім того, пошкодиться основа на випарювачі).

У дрібних господарствах часто важко організувати лабораторію і вести контроль виробництва. У таких випадках для отримання з соку сорго, що містить 18% цукру, напівсиропу з в'язкістю близько 45% досить, щоб при випаровуванні шар соку, який мав на початку роботи висоту у випарювачі 8,5 см, опустився до 3 см.

Після закінчення варіння кожної порції напівсиропу потрібно вимити випарювач всередині водою, зішкребти дерев'яним ножем твердий, що не змивається водою осад. Чистити випарювач металевими скребками забороняється, оскільки вони здирають олов'яну полуду.

Описаний вище, розмір випарювача, прийнятий як умовний, має всередині рами площа нагріву 0,9 м^2. Сік у випарювач наливається шаром в 8,5 см. У випарювач вміщається 75 л соку. Сік містить 18% цукру, в 75 л залитого у випарювач соку, цукру міститься 12,5 кг. При уварюванні соку кілька цукру втрачається при видаленні на поверхні киплячого соку піни, що утворюється. Втрати при цьому складають близько 0,5 кг цукру.

Сорговий сік здатний швидко зброджувати – закисати, тому необхідно прагнути до скорочення часу на проведення всіх операцій – від віджимання соку до отримання готового сиропу.

Зазвичай готовий сироп упаковують в бочкотару. Бочки перед вживанням потрібно обробляти таким же способом, як під вино (мийка, шпарування, обкурювання сіркою). Абсолютно неприпустимо заливати сироп у бочки, що мають сторонній запах. Упаковувати сироп в тару потрібно негайно після його охолодження, обов'язково цілком заповнюючи тару.

Описане вище виробництво цукрового сиропу є найпростішим. Для нього потрібно нескладне обладнання. Установку для отримання сиропу можна поставити в приміщенні або прямо в полі на плантації сорго. Тому установку називають пересувною.

Набагато складнішим і дорожчим вважається напівзаводське виробництво сортового сиропу.

5.3. ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ СИРОПУ НА СТАЦІОНАРНОМУ УСТАТКУВАННІ

Виробничий процес на устаткуванні складається з наступних операцій:

1) сокодобування – віджимання зі стебел сорго соку;

2) очищення соку;

3) згущення соку і отримання сиропу шляхом випарювання з соку води;

4) охолодження сиропу;

5) розливання сиропу в тару.

Як і на тростинному цукровому виробництві, тут застосовують вальцьові преси. Ці спеціальні преси-вальці складаються з трьох чавунних пустотілих рифлених валів, зазвичай однакового розміру (діаметром 300-350 мм і довжиною 400 мм). Рифи на валах по колу мають крок розміром 6 мм (глибина 0,75 мм) і розташовані так, що виступи і поглиблення верхнього вала збігаються з заглибленнями і виступами нижнього валу. Вали розташовані горизонтально – один зверху та два паралельно на одному рівні внизу. Поверхня верхнього вала знаходиться в однаковому становищі по відношенню до обох нижніх валів. У роботі при такому положенні валів стебло між ними проходить двічі. Між валами, які втягують стебла, зазори встановлюються розміром 3-4 мм, а між виштовхуючими – 0,5-1 мм.

Найбільший вихід соку з стебел досягається в тому випадку, коли поверхня вальців преса проходить в хвилину не більше 6-7 м. Продуктивність такого преса 1 т стебел на годину, а вихід соку в середньому 50% ваги стебел (500 кг з 1 т стебел).

Для подачі стебел в прес необхідні транспортери – подаючий стебла в прес і відносячий від преса віджаті стебла – бегасу. Стебла на прес для кращої роботи його подаються в один шар з накладкою стебло до стебла. При 10-годинному робочому дні така станція дає близько 5 т соку.

При такому стаціонарному укрупненому виробництві необхідно організувати відповідну лабораторію і вести контроль, для цього потрібен технічний керівник-фахівець.

Щоб перетворити рослинний сік в поживний сироп високої товарної якості, необхідно ретельно очистити сік. Ця операція в сорго-сиропному виробництві вважається найбільш важливою.

Сік потрібно очистити від зважених домішок, білків або відповідним чином обробити білки, залишивши їх в сиропі як поживні речовини. При цьому особливу увагу звертають на збереження природного аромату і смаку, властивих сорго. Для очищення соку його спочатку фільтрують, щоб відокремити механічні домішки. Сітчасту пастку з вигнутим ситом встановлюють так, що домішки потрапляють на сітку. Матеріалом для пастки служить дерево і мідне сито з отворами розміром 0,5-1 мм. Очищений сік має світло-зелений відтінок, легко рухливий, містить певну кількість мезги, пігментів, хлорофілу та інше.

Нецукрові речовини, які не можна видалити фільтрацією, піддають

хімічній і фізичній обробці одночасно в одній посудині. Сік підігрівають до 50°С. Потім до нього додають вапняне молоко (або соду), при цьому кислотність знижується. Частина нецукрів, розчинених в соку, в результаті з'єднання з вапном і зниження кислотності соку при подальшому підігріві випадає у вигляді опадів. Потім сік підігрівається в тих же чанах, і під дією високої температури (95-98°С протягом години) знаходяться в соку в розчиненому стані білки згортаються і спливають на поверхню у вигляді піни. Піднімаючись, піна захоплює за собою значну кількість барвників і дрібну муть – речовини, що виділилися з соку в результаті нагрівання і нейтралізації вапном. Піну необхідно в міру її накопичення знімати шумівкою. Сік після цього світлішає. Але в соці містяться є цінні речовини, які потрібно зберегти. До них відноситься крохмаль. Коли температура соку при підігріві його в чанах досягає 95-98°С, крохмаль клейстеризується. Такий підігрів призводить також до укрупнення пластівців колоїдів, які випали, що сприяє кращої фільтрації соку. Підігрів соку при цій температурі припиняється, знімається піна, і підігрітий сік пропускають через охолоджувач.

Охолоджений до 62°С сік надходить в ферментативні чани, до нього додають солодову витяжку (з розрахунку 75 г сухого залишку на 1 т соку). Суміш перемішують і залишають стояти, поки йодна проба не покаже повне розщеплення і оцукрювання крохмалю. При цьому важливо, щоб температура соку весь час була 60-62°С. Зниження температури знижує дію ферменту. Після ферментації сік надходить в кизельгурні мішалки, де він підігрівається до 90°С, і до нього додають по вазі 2% попередньо очищеного кизельгура. Він підвищує пористість осаду, завдяки чому останній краще фільтрується.

Підвищення температури також має на меті покращити фільтрацію зменшенням в'язкості. З кизельгурних мішалок сік йде на фільтрпрес. Відфільтрований сік має колір світлого чаю, абсолютно прозорий. Цей сік надходить на випарювачі. Тут майже повністю відсутня піна; це пояснюється тим, що всі скоагульовані колоїди залишилися на фільтрпресі. Уварений на випарювачах до щільності 65% напівсироп надходить в кизельгурні мішалки, до нього додають 0,2% очищеного кизельгура, після чого суміш знову надходить на фільтрпрес і на випарювачі, де уварюється до щільності 80%. Після цього сироп буває абсолютно прозорим.

Його охолоджують до температури 30°С. Це роблять, щоб не допустити потемніння сиропу. Слідом за тим сироп розливають у тару.

В Усть-Лабинському районі на Кубані було обладнано виробництво сорго-сиропів промислового значення. Тут було встановлено кілька пресів-вальців продуктивністю кожен близько 1 т стебел сорго на годину (при цьому кількість соку, який поступав, становило 50% ваги перероблених стебел). Робота велася за описаною вище технологічною

схемою. Отримана при цьому виробництві товарна продукція була цілком якісною.

Був збудований міжгосподарський дослідний завод сорго-сиропів у Березівському районі Одеської області (рис. 5.1).

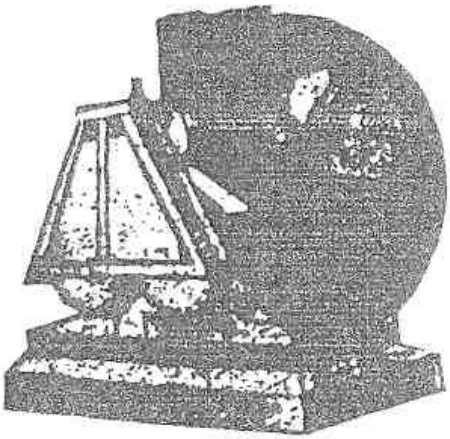

Рис. 5.1. Прес-вальці для переробки стебел сорго у відділенні соковидобування на заводі сорго-сиропів

Про ефективність використання сорго цукрового, що вирощується для переробки на сироп, можна судити за наступними даними.

При дотриманні правил агротехніки сорго середня врожайність загальної маси його становить 25 т з 1 га, в тому числі зерна (волоті) – 2,5 т, дрібного листя і ламаних стебел, які не йдуть на переробку, – 6,5 т, стебел, що йдуть на переробку на сироп, – 16 т.

Зерно йде на корм худобі і птиці. Крім того, з нього можна виробляти крохмаль, патоку мальтози тощо. Дрібне листя і ламані стебла використовують на сіно або силос, а з 16 т, відібраних для переробки стебел, отримують при кустарній переробці 30% соку (що становить 4,8 т) і 70% (близько 11 т) відходів мезги-бегаси, що містить близько 2,4 т клітковини і близько 8,8 т соку цукристістю 18% (або близько 1,5 т цукру). Ця мезга-бегаса є цінним матеріалом для приготування силосу, який поїдається худобою. З витягнутого соку після уварювання отримують 1,04 т сорго цукрового– сиропу (щільністю 75%), який використовується в їжу людям.

При більш вдосконаленому виробництві (з застосуванням спеціальних прес-вальців), коли вихід соку з стебел сорго підвищується до 50%, відповідно збільшується вихід сиропу і зменшується кількість бегаси для силосування. Відходи при фільтрації соку згодовуються худобі. Сироп, який одержують на кустарній установці, часто буває невисокої товарного якості: колір його темніше нормального, при невмілій роботі сироп може мати запах підгорілого цукру і гіркуватий присмак, але поживна цінність його від цього мало знижується.

Сорговий сироп доброї якості – найцінніший продукт, який може бути використаний в кондитерській промисловості й у підгодівлі всіх тварин. Він придатний при виготовленні цукерок, пряників, повидла тощо. Ті, хто виробляє сироп у домашніх умовах, використовують його для приготування домашнього печива, віддаючи сиропу перевагу навіть перед медом, оскільки мед тісто «садить», і воно стає важким, а сироп з сорго виготовляють тісто легким та пишним. Господарства різних розмірів та спеціалізації мають можливість при незначних витратах обладнати в своєму господарстві найпростішу кустарну пересувну або стаціонарну установки для вироблення з сорго сиропу.

Посів у кормовому клині сорго цукрового на 10-20 га не є складним і не вимагає істотного навантаження при його вирощуванні. А ефективність такого посіву цілком очевидна: тільки з площі 10 га можна отримати близько 25 т насіння сорго цукрового, близько 65 т листя, стебел для силосу або сіна, близько 10 т сиропу для харчування населення й понад 100 т відходів мезги-бегаси, що можна використати для приготування високоякісного силосу.

Зоглядунапозитивніякостісорго:йогопосухостійкість,невимогливість до ґрунтів, високу врожайність, універсальність використання і цінність одержуваної продукції, треба значно розширювати посіви цієї культури в Україні для промислового виробництва цукру (патоки), особливо в посушливих районах Південного Степу, де через нестачу вологи не можна ефективно використовувати кукурудзу.

5.4. ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ ПАТОКИ ІНДУСТРІАЛЬНИМ МЕТОДОМ

Інтенсифікація тваринництва нерозривно пов’язана зі зміцненням кормової бази, з впровадженням нових цукроносних культур, ефективних способів їх переробки і використання для згодовування худобі.

Максимальна кількість цукрів у рослинах сорго накопичується до воскової стиглості зерна, тому економічно найбільш вигідно починати заготівлю соку і патоки саме в цій фазі розвитку.

В Саратовській області в НПО «Саратовсорго» розробили технологію та спеціальну лінію для переробки сорго цукрового (рис. 5.2). На ній з вихідної сировини можна отримати або законсервований сік, або патоку з вмістом до 55-60% цукрів.

Технологія виробництва патоки полягає в наступному. Скошена і одночасно подрібнена зелена маса доставляється в установлений на стаціонарі роздавальник кормів РММ-5. Звідси вона з продуктивністю 65 кг/хв. подається в подрібнювач «Волгар-5М». Подрібнена маса транспортером ТС-40М направляється на спеціальний прес, виготовлений

на основі преса ВПНД-10 для віджимання соку з винограду. Маса (жом), що залишається після виділення соку, відводиться з-під пресу транспортером ТС-40М і вивантажується в транспортні засоби.

Жом використовують в раціонах годівлі тварин і додають при силосуванні інших культур. Сік збирається в накопичувальній ємності, потім перекачується у випарний апарат МЗС-241. Тут під дією перегрітої пари, одержуваної в котлі-пароутворювачем Д-271, і розрідження, який створюється вакуум-компресором ВГФ-50, відбувається видалення води з соку (упарювання) до отримання патоки з необхідною концентрацією цукрів. Патока перекачується насосом МНШУ-10 в ємність для зберігання або на розфасовку.

Продуктивність пресу (4 т/год. зеленої маси) і випарних апаратів (150 л/год. видаляється від розчину води) підібрана так, що процес віджимання соку йде безперервно, а випарні апарати працюють черзі. Підвищена продуктивність пресу порівняно з сумарним подаванням випарних апаратів дозволяє організувати безперервний технологічний процес при високій концентрації цукрів у сировину або додаткову роботу випарних апаратів у нічний час, в разі низького вмісту цукрів у соку.

На технологічній лінії можна отримувати і консервований сік. При цьому вакуум-випарні апарати використовуються як ферментатори, в яких сік перемішується з консервантами (мурашина, бензойна кислоти, концентрат низькомолекулярних кислот). Для процесу консервації потрібні невисокі плюсові температури і нормальний атмосферний тиск, тому у вакуумному апараті не створюється розрідження та в нього не подається пар. Зібраний в накопичувальній ємності сік насосом перекачується в один з ферментаторів. Сюди ж через дозатор подається необхідна кількість консерванту. Він насосом періодично закачується в проміжну ємність, встановлену над дозатором. Для скороченого процесу консервант в соку перемішується мішалкою, встановленою у вакуум-випарному апараті. Законсервований сік подається в ємність для зберігання.

При роботі лінії вихід соку в середньому становить 30% від загальної маси сорго, патоки, що містить 57% цукрів, – 7-8%. При рівній врожайності сорго цукрового та кормових буряків 20,0 т/га, вихід кормового цукру з 1 га посіву складе відповідно 1400-1500 і 1100-1200 кг.

Вирощування буряків вимагає значних ручних витрат, а в посушливих регіонах – можливе тільки при зрошенні. Сорго ж здатне в посушливі роки давати тут не менше 10,0-15,0 т/га зеленої маси, тому його перевага перед буряком незаперечна.

Для ефективного використання лінії важливо правильно вибрати місце під її монтаж. Зручніше обладнання встановити на території тваринницького комплексу або поруч, тоді можна буде легко забезпечити подачу пара у випарні апарати, зручно підвозити сировину з поля, зберігати й використовувати готову основну та побічну продукцію.

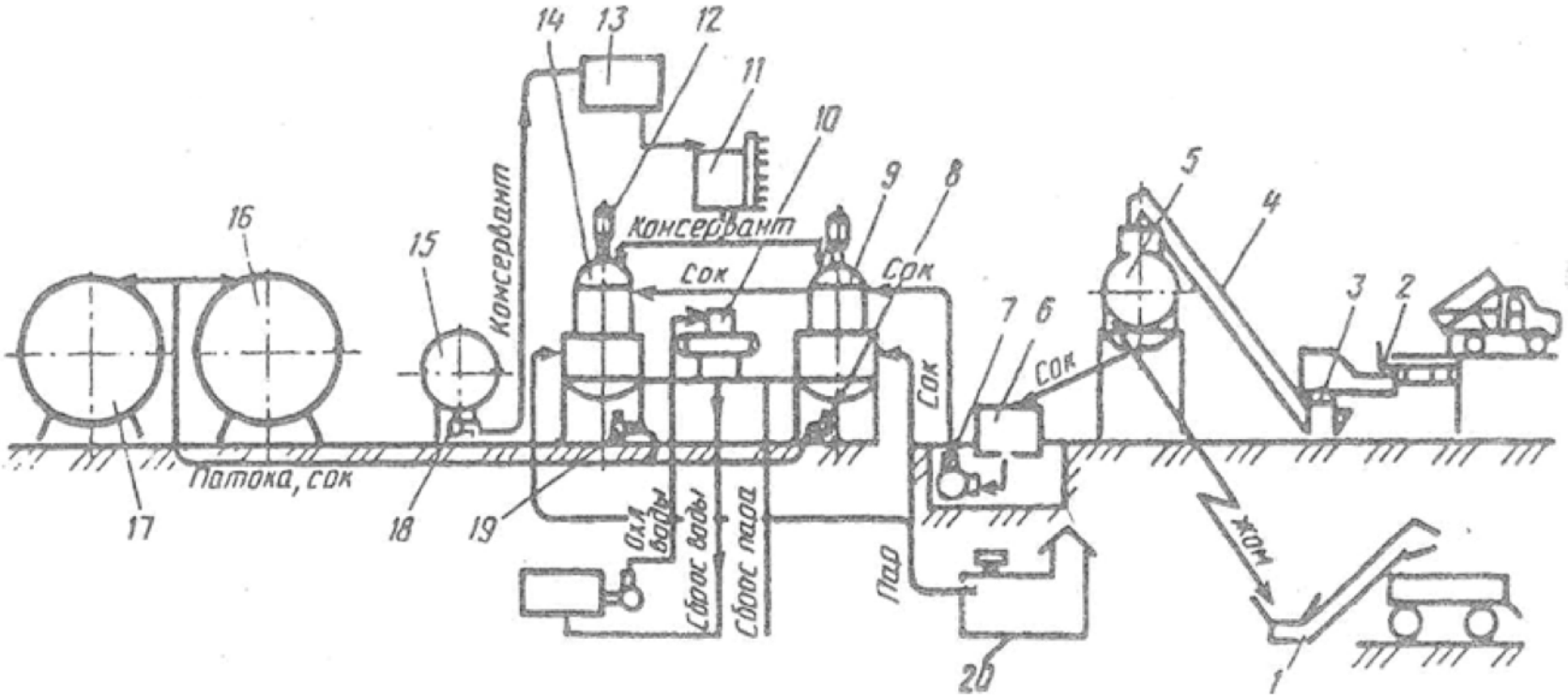

Рис. 5.2. Технологічна схема лінії для отримання патоки з цукрового сорго:

1, 4 – транспортери ТС-40М; 2 – кормороздавальник РММ-5М; 3 – подрібнювач «Волгар-5М»; 5 – прес; 6 – ємність-накопичувач; 7, 8, 18 – насоси; 9-14 – вакуум-випарний апарат МЗС-241; 10 – компресор ВЕР-241; 11 – дозатор; 12 – змішувач; 13, 15, 16, 17 – ємності; 19 – насос МНШУ-10; 20 – пароутворювач Д-721

Добове виробництво соку для великої рогатої худоби може становити 1,5-3 кг, патоки – 1-2 кг, вівцям –- 100-500 г і 50-300 г, відповідно. Норма залежить від маси тварини, віку, запланованої продуктивності, складу раціону. Сік додають у солому або концентровані корми та перемішують перед згодовуванням.

Оскільки зберігання згущеного соку вимагає великих ємностей, які повинні знаходитися в незамерзаючих приміщеннях, а початковий вміст цукрів максимально дорівнює 18%, то доцільно згущати віджатий сік. Було визначено строк зберігання віджатого соку без додаткового очищення і добавки будь-яких консервантів: встановлено, що через 4-6 години після отримання соку починається процес бродіння. Для визначення оптимального ступеня згущення були отримані наступні зразки концентрованого соку: 20, 30, 40, 50, 60 і 70%. За даними дослідів, за 6-8 місяців зберігання при звичайних умовах згущення до 20% не дало позитивного результату, при 30-40%-ій концентрації вміст цукрів у процесі зберігання зменшується в два рази, при 50-60%-ій вміст цукрів знижується на 4-7%, відповідно.

Отримання кормової патоки з вмістом цукрів вище 60% призводить до самоконсервації продукту. Доведено, що згущений до 30-40% вмісту цукрів сік сорго цукрового зберігає вуглеводи на 100% тільки з додаванням консервантів – пропіонової, оцтової і бензойної кислот, оптимальна доза яких визначена.

Таким чином, рекомендується згущувати сік в 2,5-3 рази до 30-40%-ої концентрації сухих речовин і додавати консервант в кількості від 0,2 до 1,0%, що дасть 100% збереження цукру, а також дозволить отримувати кормову патоку, яка самоконсервується, із вмістом сухих речовин від 65 до 70%. Всеросійським НДІ селекції і насінництва сортових культур і Всесоюзним НДІ цукрової промисловості розроблена технологічна лінія отримання соку із зеленої маси сорго цукрового, яка складається з серійних машин, підібраних за продуктивністю. Випробування проводилися за загальноприйнятими методиками: визначалися основні якісні та кількісні показники роботи лінії, збудованої в Дослідному господарстві «Сорго» Зерноградського району Ростовської області. Технологічна лінія (рис. 5.3) складається з приймальника ПМЗ-1,5, завантажувальних і вивантажувальних скребкових транспортерів ТС-40С, подрібнювачей ІБК-3,0 і «Волгар-5», шнекового преса ПЗМ-7-02, вібросита, насоса ВК-2-26 і ємності для збору соку.

Процес отримання соку зводиться до наступного. Скошена силосозбиральними комбайнами зелена маса сорго (без волотей) доставляється самоскидним транспортом до місця переробки і завантажується в живильник ПЗМ-1,5. Звідси вона дозовано подається скребковими транспортерами в подрібнювач першого ступеня ІСК-3,0,

де дробиться до частинок розміром 30-50 мм, а потім в подрібнювач «Волгар-5». Потім маса з частинками розміром 10-15 мм транспортером ТС-40С направляється для віджимання в пресі ПЗМ-7-02. Маса, що залишається після віджимання соку, вивантажується в транспортні засоби і згодовується тваринам. Віджатий сік збирається в накопичувальну ємність, звідки насосом ВК-2-26 перекачується в транспортні засоби і доставляється в цех для виробництва цукрового сиропу.

Базовою машиною технологічної лінії є шнековий прес. Він складається з бункера, литого чавунного корпусу, перфорованого барабана, в якому обертається конічний шнековий вал зі змінним кроком, рами, запірного конуса з гідрорегулятором, привода. Ступінь віджимання залежить від величини кільцевого зазору між запірним конусом і торцевою частиною барабана. Цей зазор регулюється зміною тиску в гідросистемі.

Технологічна лінія може використовуватися для отримання соку з сорго. Максимальна її продуктивність (по зеленій масі) склала 5,4 т/год. при виході соку 39,5%. Істотний вплив на роботу преса ПЗМ-7-02 надає довжина частинок сорго і вологість сировини. При підвищенні довжини частинок понад 50 мм і зниженні вологості менше 70% зростає споживана потужність на віджимання, знижується продуктивність лінії через засмічення преса.

Максимальний вихід соку отриманий при розмірі кільцевого зазору на виході преса 85 мм. Найбільш поширені зараз пресові пристрої багато в чому не відповідають вимогам, що пред'являються. Поршневі преси придатні в основному для віджимання соку з продуктів, які легко руйнуються. Робочий процес носить циклічний характер, використання його для вичавлювання соку з грубих матеріалів (соргова маса) є малопродуктивним та малоефективним через дуже високу енергоємність.

Вальцьові преси складаються з пари вальців, які обертаються назустріч один одному. Максимальне стиснення рослинної маси відбувається в момент проходження її через площину осей обертання вальців. Після цього ступінь стиснення зменшується, і частина виділеного соку вбирається масою.

Стрічкові преси складаються з пари нескінченних ременів, які рухаються назустріч один одному. Завдяки значній тривалості дії навантаження вони забезпечують більш високий вихід соку з матеріалу малої жорсткості порівняно з вальцьовими пресами. Однак для віджимання соку з сорго потрібна велике питоме навантаження, яке важко забезпечити еластичними робочими органами.

Шнекові преси мають шнек, крок якого на вході більше, ніж на виході. За мірою просування маси відбувається стиснення її між витками шнека, де і здійснюється віджимання соку. Багатошнекові органи ефективні, але складні за конструкцією й у виготовленні.

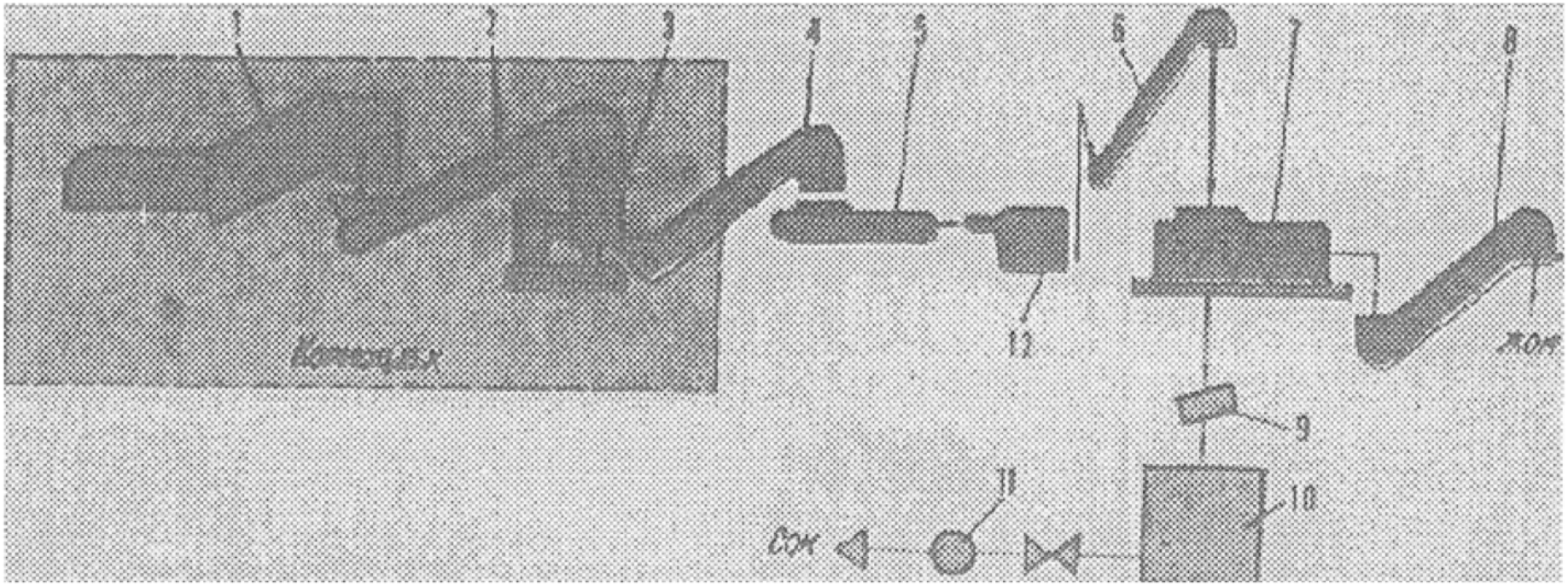

Рис. 5.3. Технологічна схема отримання соку з сорго:

1 - живильник ПЗМ-1,5; 2 - транспортер; 3 - подрібнювач ІБК-3,0; 4, 5, 6, 8 - транспортери ТМ-40С; 7 - прес ПЗМ-7-02; 9 - вібросито; 10 - ємність; 11 - насос ВК-2-26; 12 - подрібнювач «Волгар-5»

Вирішуючи проблему створення пристрою для переробки сорго, Всеросійський науково-дослідний інститут селекції і насінництва сортових культур і Азово-Чорноморський інститут механізації сільського господарства вирішили інтенсифікувати процес виділення соку з листостеблової маси на вальцьовому пресі шляхом забезпечення віджимання соку в зоні стиснення маси на виході вальців. З цією метою розроблено вальцьово-стрічковий прес, який об'єднує переваги вальцьових (висока жорсткість робочих органів, простота конструкції) і стрічкових (велика тривалість навантаження) пресів.

Технологічний процес такого пресу (рис. 5.4) полягає в наступному.

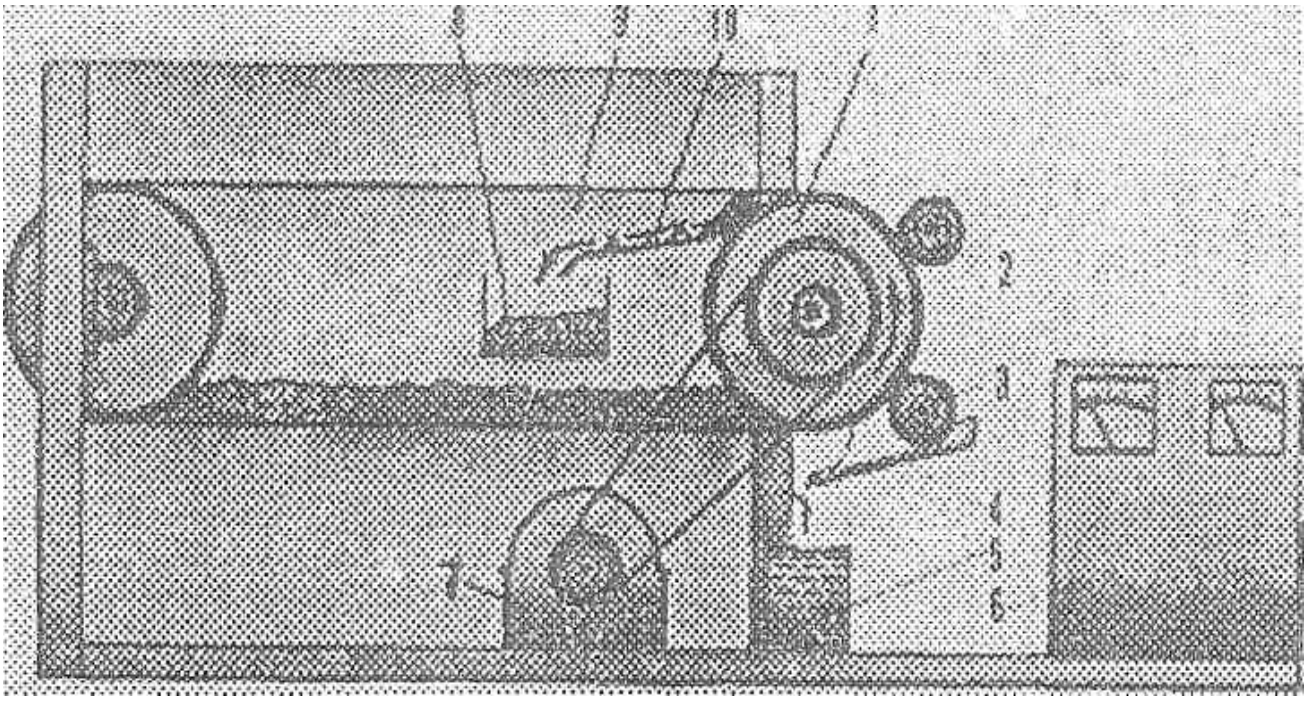

Рис. 5.4. Спеціалізований прес
Технологічна схема вальцево-стрічкового пресу:
***1** – перфорований барабан; **2, 3** – притискні вальці; **4** – лоток для збору соку;*
***5** – ємність для збору соку; **6** – пульт управління; **7** – привід робочих органів;*
***8** – бункер для збору віджатої маси; **9** – стрічка; **10** – скребок*

Подрібнена листостеблова маса укладається шаром певної товщини на нижню гілку стрічки. При обертанні перфорованого барабана **1** маса затискається між ним і стрічкою **9** і подається до притискного вальця **3**. Виділений при прокочуванні маси сік через отвори перфорації потрапляє всередину барабана **1**, далі стікає в лоток **4** і збирається в резервуарі **5**. Маса вдруге прокочується притискним вальцем **2**, налаштованим на більш жорсткий режим роботи. Віджата листостеблова маса знімається скребком **10** і збирається в бункері **8**.

В результаті проведених досліджень встановлено, що прес забезпечує вихід соку з подрібненої листостеблової маси сорго цукрового у межах 47,5 49,5% при одноразовому і 63,1-65,5% – при подвійному віджиманні.

Для отримання соку можна використовувати масу, скошену силосозбиральними комбайнами. Оптимальними параметрами вальцьово-стрічкового пресового пристрою є: швидкість подачі маси – 0,93-1,1 м/хв., товщина шару маси – 88-100 мм, ступінь деформації шару – 5,8-6,0. Питома витрата потужності при одноразовому віджиманні на 1 т маси становить 3,11-4,28 кВт × год., при подвійному – 4,09-5,73 кВт × год.

У світовій практиці виробництво цукровмісних продуктів з сорго цукрового не набуло широкого поширення. У країнах СНД до теперішнього часу в промислових масштабах виробництва цукровмісних продуктів з сорго не існує.

Цілий ряд невирішених проблем, що виникають при переробці цукрового соку (необхідність розробки машин і устаткування для збирання та очищення стебел сорго перед їх промисловою переробкою, а також обладнання для подрібнення стебел, віджимання соку та його переробки в промислових масштабах, сезонність використання основних фондів переробного підприємства та робочої сили в зв'язку з коротким строком зберігання стебел або соку, встановлення можливостей одержуваного харчового сиропу й орієнтовних об'ємів його промислового виробництва), дозволяють вже сьогодні розглядати цю культуру як альтернативну цукровому буряку для виробництва з неї цукру. Тому доцільніше орієнтуватися на вивчення можливості використання сорго в першу чергу для виробництва кормів у вигляді зеленої маси для відгодівлі худоби, а зайвий цукор, який є в стеблах сорго цукрового використовувати для виробництва харчового сиропу.

В умовах дослідної станції ВНДІЦП відпрацьовувалися варіанти очищення соку сорго сорту Цукрове 20 і проводився пошук оптимальної технологічної схеми отримання сиропу. Схеми, в яких використовувалися лужні реагенти (оксид кальцію, бікарбонат натрію), характеризувалися підвищенням зольності сиропів, низьким значенням їх частоти та високою забарвленістю. Схема, в яку вводилася фосфорна кислота, а потім осаджувалася у вигляді фосфату кальцію, і схема, в якій передбачається тільки фільтрування соку, практично не змінювали чистоти сиропів.

Кращі результати за якістю сиропу отримані при веденні технологічного процесу за схемою очищення соку, яка передбачає температурну коагуляцію нецукрів і оклейстерізацію крохмалю; ферментативне розщеплення крохмалю за допомогою амілолітичних ферментів, білкових і пектинових речовин за допомогою пектофоетидину.

Таким чином, в експериментальних умовах доцільно було відтворити схему, яка не передбачає використання хімічних реагентів, таких, як фосфорна кислота, оксид кальцію, карбонат, бікарбонат і гідросульфіт натрію.

У підготовці та проведенні досліджень в експериментальних умовах

брали участь НПО «Ростовсорго» і Зерноградський консервний завод. У НВО «Ростовсорго» було створено ділянку по отриманню соку з сорго, а на ділянці переробки соків Зерноградського консервного заводу змонтовано вакуум-апарат для випарювання.

Сік, що отримується на пресі зеленої маси ПЗМ-7-02, надходив через мезговідокремлювач у приймальну ємність, а на ділянку переробки соків консервного заводу доставлявся автоцистернами. Темний, сіро-зелений колір соку, отриманого на НВО «Ростовсорго», зумовлювався руйнуванням структури клітин стебел і особливо листя, а також контактом його з поверхнею обладнання, виготовленого з вуглецевої сталі. Оскільки сік сорго мав велику кількість дуже дрібних зважених домішок, стадію очищення проводили з попереднім відділенням на сепараторі суспензій і основної маси крохмалю.

На наступному технологічному етапі сік для коагуляції білкових речовин і оклейстерізації остиглого крохмалю нагрівався до 90°, потім охолоджувався до 60° і виносилися ферменти – амілосубтилін і пектофоетидин – по 0,5 кг на 1 $м^3$ соку. Після розкладання крохмалю сік знову нагрівався до 90°С для інактивації і прямував на відділення осаду за допомогою сепаратора і фільтра. Очищений сік загусав у вакуумно-випарному апараті. Слід зауважити, що технічні характеристики теплообмінника, сепараторів і фільтрів не дозволили в один прохід забезпечити технологічні параметри процесу очищення соку.

РОЗДІЛ 6
ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ СИРОПУ СОРГО В ЇЖУ

У зв'язку з впровадженням безвідходних технологій і комплексної переробки сільськогосподарської сировини отримані нові харчові продукти з повноцінним хімічним складом.

Актуальним завданням є розробка технології отримання і використання нової цукровмісної сировини. У хлібопекарській промисловості цукор включений у рецептуру всіх здобних і булочних виробів, а також в деякі сорти хліба. Це дозволяє вважати, що дана галузь може бути одним з основних споживачів нової цукровмісної сировини (ЦВС).

У Київському технологічному інституті харчової промисловості були проведені роботи зі створення технології використання ЦВС в хлібопеченні. Мета дослідження полягала у вивченні можливості застосування ЦВС при виробництві існуючих сортів хлібобулочних виробів з метою заміни в їх рецептурі цукру. Для цього були вивчені фізико-хімічні характеристики ЦВС трьох партій. Відзначено, що ЦВС має відносно невисоку кислотність, містить в своєму складі значну кількість моноцукрів, може заготовлятися про запас при збереженні своїх якісних показників.

Досліджено можливість заміни рецептурного цукру в групі булочних і здобних виробів. Встановлено, що ЦВС можна замінити 100% рецептурного цукру в булочних виробах з найбільш характерним дозуванням цукру – 2-5% до маси борошна. У булочних виробах, що містять 7% цукру, представляється можливим замінити до 75% рецептурного цукру. Лімітуючим фактором є колір м'якушки, який з підвищенням дозувань ЦВС набуває кремового кольору, не завжди характерного для цієї групи виробів. У групі здобних виробів з дозуванням рецептурного цукру до 15% до маси борошна представляється можливим замінити до 50% цукру. Відзначено, що для цієї групи виробів з ЦВС колір м'якушки є цілком прийнятним і характерним.

При виробленні масових житньо-пшеничних сортів хліба, які містять цукор в кількості 3-6%, представляється можливим провести його повну заміну. При цьому поліпшуються органолептичні і фізико-механічні властивості м'якушки, хліб довше зберігає свіжість, має приємний смак і аромат. Булочні й здобні вироби з ЦВС також довше зберігаються в свіжому вигляді, відрізняються більш інтенсивним золотисто-коричневим кольором кірки, мають великий об'ємний вихід.

Таким чином, ЦВС є сировиною, перспективною для використання в хлібопеченні. Для широкого використання сиропу слід йти по шляху

створення нових сортів хлібобулочних виробів.

Вченими Київського технологічного інституту харчової промисловості (КТІХП) досліджено вплив цукрового сиропу з сорго цукрового (ЦВС) на спиртове бродіння в тісті та його реологічні властивості. При проведенні досліджень використовували ЦВС з різним вмістом цукрів, сухих речовин, кислотністю і забарвленістю.

В якості контрольних використовували зразки тесту й хліба з цукром, ЦВС вносили в кількості, еквівалентній кількості цукру (4,7 і 12%) до маси борошна. У тесті з ЦВС інтенсивніше протікає спиртове бродіння. Це пов'язано з наявністю в сиропі легко асимілюючими дріжджами моноцукрів – глюкози і фруктози. Крім того, що містяться в сиропі амінокислоти і мінеральні речовини також є факторами, що підвищують бродильну активність дріжджів. Підвищення газоутримуючої здатності тіста, мабуть, слід пов'язувати з впливом органічних кислот, що вносяться з сиропом, на білково-протеїназний комплекс борошна, що призводять до більш глибоких процесів пептизації білкових молекул, зміцненню їх структури. Вивчення реологічних властивостей тіста показало, що додавання ЦВС призводить до зниження його в'язкопластичних властивостей.

Ці зміни є наслідком сильного впливу моноцукрі в сиропі на білкові речовини борошна. Аналіз відмитої з тіста з сиропом клейковини показав, що вона має більш високі фізико-механічні характеристики, ніж клейковина, отримана з тіста з цукром. Внаслідок цього в тесті залишається більше вільної води, що призводить до зниження його в'язкопластичних властивостей. Це є основоположним початком до використання ЦВС в хлібопеченні при заміні рецептурних цукрів в існуючих сиропах. Цукор – основний вид сировини в кондитерському виробництві. Його застосовують при виготовленні всіх видів кондитерських виробів. За кордоном знайшли застосування глюкозофруктозні сиропи, цукроспирти, різні підсолоджувачі. Тому є інтерес використання ЦВС у виробництві кондитерських виробів.

У КТІХП проведені дослідження можливості застосування ЦВС у виробництві мармеладу, фруктово-желейних цукерок, печива. Роботи проводилися в напрямку заміни цукру в кондитерських виробах. Заміну цукру на ЦВС виробляли в перерахунку на суху речовину. У виробництві мармеладних виробів можливо замінити до 10% цукру, у виробництві фруктово-желейних цукерок – 6%. Органолептичні показники виробів відповідали контрольним зразкам та нормам, передбаченим національними стандартами. Вивчено можливість застосування ЦВС у виробництві печива. Проведено досліди по заміні 50% цукру ЦВС. Визначено структурно-механічні властивості тіста, якість готових виробів. Підвищення дозування цукрового сиропу вище 40% призводить до погіршення смаку й кольору

готових виробів. Тому у виробництві борошняних кондитерських виробів необхідно йти по шляху розробок нових сортів продукції. За умови зменшення забарвленості ЦВС його можливості значно розширяться. Таким чином, щоб активно використовувати ЦВС, треба створювати нові вироби і складати нові ДСТУ.

В останні роки отримали розвиток дослідження з використання соку (сиропів) з рослин сорго цукрового в харчовій промисловості, приготуванні пива, кормових дріжджів. Збудовані дослідно-промислові установки (Саратов, Зерноград, Валаклея) для отримання кормового (з використанням в тваринництві) і харчового сиропів. Вченими Харківського зооветеринарного інституту проведені дослідження з використання сиропів різної концентрації в підживленні бджіл і показана висока її ефективність як в осінній, так і у весняний періоди. Це пов'язано перш за все з тим, що сироп з сорго цукрового за вмістом біологічно активних речовин дуже близький до натурального меду (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Вміст деяких біологічно активних елементів у 100 г меду і сиропу з сорго цукрового (за даними А.М. Труга, А.М. Момот)

Компонент	Мед	Сироп
Вітаміни, мг:		
B_1 (тіамін)	0,004-0,006	0,001-0,002
B_2 (рибофлавін)	0,02-0,06	0,01-0,03
Нікотинова кислота	0,11-0,36	0,02-0,04
С (аскорбінова кислота)	2,20-2,40	1,40-1,60
Елементи, г:		
кальцій	0,004-0,03	0,04
фосфор	0,002-0,06	0,05
калій	0,02-0,47	0,07
натрій	0,0005-0,04	0,06
кобальт, мг	-	1,46
зола, %	0,20	0,29
протеїн, %	-	0,25
Активна кислотність (pH)	3,40-4,20	3,50-4,50

У сиропі містяться всі незамінні амінокислоти, велика кількість інших макро- і мікроелементів, а цукри представлені в основному глюкозо-фруктозним комплексом.

Підживлення сорговим сиропом впливало не тільки на кількість розплоду бджіл, проте й на живу масу личинок і бджіл, їх розміри. Сім'ї дослідної групи вирощували бджіл з довшими хоботками, великими

розмірами крил. І в цьому напрямку сорго цукрове містить величезні потенційні можливості.

Сорго цукрове, будучи багатим джерелом вуглеводів, вітамінів, амінокислот, різних мікроелементів, являє собою живильне середовище для розвитку мікроорганізмів, що викликають різні біохімічні зміни субстрату.

Вивчення пігментоутворюючої здатності мікроскопічних грибів показало, що більшість з них здатне розвиватися на екстрактах з стебел сорго, зафарбовуючи середовище в різні тони.

Дослідиз виділення більш продуктивних варіантів пігментоутворюючих штамів дали можливість отримати інтенсивно забарвлені субстрати. Так, в рідкому поживному середовищі на основі екстракту з стебел сорго при культивуванні штаму гриба з роду пеніциліум отриманий пігмент, що відноситься до червоної кольорової гами. Концентрований розчин даного пігменту має темно-червоний колір, приємний аромат чорної смородини, легко змішується з водою та водно-спиртовими розчинами.

Пігмент має стійкість до температури 100°С, не змінює колір при pH в межах 2,0-10,0, стійкий до впливу сонячних променів. Концентрований препарат пігменту може бути корисним в харчовій промисловості для підфарбовування різних субстратів.

В даний час на соргосушильних і соргопереробних заводах утворюється значна кількість відходів зернової сировини з сорго. До них відносяться некондиційне зерно, лушпиння, плівки та інше.

У Харківському інституті громадського харчування проводилися дослідження з переробки цих відходів. З лушпиння зерна сорго отримані харчові барвники, які мають різні відтінки залежно від сорту, забарвлення плівки, від умов застосування. У комплекс дослідів входили підбір екстрагента для отримання барвника, кінетики і рівноважного розподілу барвників залежно від співвідношення фаз, температури та інших умов екстрагування. Отримано інформацію про необхідну кількість ступенів екстракції барвника при рівноважному розподілі його на кожному ступені екстракції.

Досліджені технологічні параметри і виявлені закономірності будуть використані при підборі необхідного обладнання для здійснення технології отримання барвника. Застосування барвників при виготовленні безалкогольних напоїв, морозива, кондитерських виробів підтверджує доцільність створення цеху для виробництва харчових барвників з відходів сорго. Технологія, що розробляється, може бути використана на соргопереробних заводах різних регіонів, де є соргосіючі райони. Можливе створення типового цеху з виробництва харчових барвників. Розробка нових видів продукції із застосуванням барвника з сорго передбачає вирішення норм подачі барвника, дослідження їх стійкості в кінцевих харчових продуктах та інших питань, пов’язаних з впровадженням нових

органічних харчових барвників.

У Харківському зооветеринарному інституті й у Харківській філії НДІ пиво-безалкогольної промисловості проведені комплексні дослідження вмісту цукрів у рослинах сорго, а також можливості створення комплексної безвідходної технології використання цієї культури для отримання цукровмісних екстрактів і сиропів, кристалічного цукру та вирощування на подрібнених стеблах сорго кормової біомаси.

Умови року істотно впливають на процес накопичення цукрів. Так, в помірно теплі погодні умови в листостебловій масі рослин сорго містилося цукрів 16,04-31,5%, в жаркі і сухі – 29,4-42,3%, а у гібридів Кормовий 74 –33,1% і Силосне 3 – 42,3%, Вміст цукрів у листостебловій масі II укосу порівняно з I укосом більший. Це пояснюється тим, що рослини другого укосу не витрачають поживні речовини на формування кореневої системи. Крім того, вони розвиваються при більш сприятливому температурному режимі.

Вивчення фракційного складу цукрів у сорго (табл. 6.2) виявило цікаві сортові особливості. У рослинах сорту Силосне 3 накопичується в основному глюкоза і фруктоза, в гібриді Силосний 72 і сорті Ставропольське 32 вміст цукрози досягає 41%. Проте вміст глюкози й фруктози превалює над цукрозою. Ця обставина дозволяє вести цілеспрямовану селекцію не тільки на гетерозис цукристості, а й на її фракційний склад.

Одночасно з вивченням вуглеводного складу були проведені дослідження процесів отримання цукровмісних екстрактів і сиропів з стебел сорго, застосування їх в технології приготування пива і безалкогольних напоїв, отримання кристалічного цукру, а також для вирощування кормових дріжджів.

Проведені дослідження показали, що при врожайності зеленої маси 40 т/га (стебел 30 т/га) можна отримати цукровмісних продуктів до 9 т/га.

Таблиця 6.2

Вміст цукрів у рослинах сорго, % на абсолютно суху речовину

Сорт, гібрид	Загальний цукор	В тому числі		Вміст цукроза, % від загального цукру
		глюкоза + фруктоза	цукроза	
Зернове	14,7	13,0	1,8	12,2
Кормовий 5	29,4	21,4	8,1	27,6
Кормовий 74	33,1	27,1	6,0	18,1
Силосний 72	31,6	18,4	13,2	41,8
Силосне 3	42,3	37,8	4,6	10,9
Ставропольське 32	34,2	20,1	14,1	41,2
Ставропольське 36	39,8	29,1	10,8	27,1

Результати дослідження є основою для створення комплексної безвідходної технології переробки цієї культури. Така технологія дозволить отримувати натуральні цукровмісткі продукти і кормові суміші (дріжджові корми) для тваринництва.

Ставропольський НДІСГ проводить велику роботу по створенню сортів та гібридів сорго цукрового, придатних для отримання технічного цукру. Була завезена світова колекція сорго цукрового ВІР, включені сорти місцевої селекції та інших наукових установ країни, що стало вихідним матеріалом для проведення, подальшої роботи.

Вдалося значно підвищити вміст цукрів у соку стебел сорго. Так, 566 зразків сорго цукрового, колекція ВІР на початку вивчення містили в соку стебла від 5 до 18% цукру. В результаті проведеної селекційної роботи 132 зразка цієї колекції вміщують від 19 до 21%, а 59 зразків від 22 до 24% цукру (табл. 6.3).

Встановлено, що інтенсивне накопичення цукрів у соку спостерігається до фази воскової стиглості і досягає максимального вмісту в фазі повної стиглості. Визначення цукрів у соку стебел проводилося в період збирання у фазу повної стиглості насіння.

Таблиця 6.3

Основні показники врожайності і якості сорго цукрового

Сорти, зразки	Урожайність, т/га		Вміст соку в стеблі, %	Вміст цукру в соці стебел, %	Вихід соку з стебел, т/га	Вихід цукру, т/га
	зеленої маси	сухої речовини				
К-2128	44,0	12,0	72,2	22,5	25,3	5,7
К-2028	34,5	9,2	73,4	22,0	19,1	4,2
К-3859	43,0	11,8	72,7	23,0	24,4	5,6
Ставропольське 36 (ст)	46,0	10,6	77,0	12,0	27,8	3,3
Оранжеве 160 (ст)	49,0	13,1	73,3	16,0	29,5	4,7

Істотний вплив на вміст цукрів надають умови року. Так, в більш посушливому 1988 р. відборах на К-2128 і 2028 концентрація цукрів у соку перебувала відповідно на рівні 22,5 і 22%, в той час як в більш зволоженому 1989 році вона зменшилася і склала відповідно 19 і 18% . Однак вихід цукрів у 1989 р. значно зріс і склав 9,0 і 8,2 т/га за рахунок збільшення урожайності сорго – відповідно 82,5 і 72,3 т/га.

Проблема отримання цукровмісних продуктів з сорго цукрового для Ставропольського краю і країни в цілому є актуальною, тому отримання та впровадження високоцукристих сортів і гібридів сорго сприятиме її вирішенню. У НВО «Нива Ставропілля» виведений ряд зразків з вмістом в соку стебел від 20 до 24% цукру і виходом соку 70-85%, а вихід цукру

з гектара становить близько 5,0 т. У нього входять в основному цукроза, глюкоза і фруктоза. Такий цукор може бути використаний як корм для тварин, в харчовій промисловості, в медицині та інших галузях.

Інститутом спільно з фахівцями господарств Ставропольського краю розроблена безвідходна технологія отримання сортового соку й насіння сорго цукрового, яка зводиться до наступного: насіння в фазу повної їх стиглості скошуються соргозбиральною машиною марки СМ-2,6, волоть подається транспортером у транспорт, який йде поруч зі збиральним агрегатом. Далі волоті транспортуються на критий тік, де і обмолочуються зерновим комбайном. Після попереднього очищення обмолочене насіння при необхідності завантажується в зерносушарки підлогового типу і досушуються.

Після сортування насіння розміщується в мішки і реалізується. Листостеблова маса сорго після видалення волоті скошується, одночасно подрібнюється і доставляється самоскидами до місця переробки, завантажується в установлений на стаціонарі роздавальник кормів РММ-5 (2 шт.), і звідти з дозуванням 65 кг в хвилину вона подається в подрібнювач «Волгар-5М». Додрібнена маса подається транспортером ТС-40М на спеціальні преси (2 шт.), виготовлені на базі виноградного преса ВПДН-10. Маса (жом), що залишається після віджимання соку відводиться з-під пресів транспортером ТС-40М, вивантажується в транспортні засоби і може використовуватися для закладки на силос в суміші з культурами, які силосуються в цей період. Віджатий сік збирається в накопичувальну ємність і насосом подається в один з ферментаторів. Як консерванти можуть бути використані мурахова, бензойна кислоти, концентрат низькомолекулярних кислот. Для процесу консервації потрібні невисокі позитивні температури і нормальний атмосферний тиск. Собівартість цукру, виробленого з сорго, нижче, ніж з буряка, при прямому його використанні. Сорго в посушливі роки здатне формувати високі врожаї, і тому його перевага перед буряком незаперечна. Сік можна додавати в грубі або концентровані корми та перемішувати перед згодовуванням.

В Кримському аграрному університеті створені високоцукристі сорти та гібридів сорго цукрового. Методом гібридизації та відбору виведені сорти і гібриди з вмістом цукрів у соку стебел до 20-24%: Крисакор (20%), Силосне 100 (21%), Янтар 1 (22%), Цукрове 21 (21%), Цукрове 11 – 22%, Солодке –19%. Якщо високо гетерозисні гібриди вирощувати на зрошенні, то можна отримати за 2-3 укоси загальної біологічної маси до 150-200 т/га. Так, гібрид сорго Кубань 1 на Геок-Тепинській сортодільниці забезпечив урожайність зеленої маси на рівні 244,5 т/га. При переробці цієї маси на сік можна отримати 17 т/га сиропу для харчової промисловості або 1220 дкл етанолу для використання в якості пального. Це обнадійлива перспектива.

РОЗДІЛ 7
ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОЕТЕНОЛУ З СОРГО

7.1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ЕТАНОЛУ

Фірма «Байо-Солар», яка розташована в штаті Орегон, США, була ініціатором ідеї використання сорго з високими вмістом цукру та врожайністю в якості базового матеріалу для хімічного виробництва біологічних продуктів та кормової біомаси.

Загальновідомо, що сорго – це дуже невибаглива культура, здатна формувати високі врожаї на найрізноманітніших ґрунтах і в самих різних кліматичних умовах. Вона використовується для виробництва фуражу, силосу і сировини для цукру. Слід зауважити, що хоча цукровий сироп, який отримують із сорго, не очищається до кристалічного цукру без великих труднощів і витрат, сорго перевершує цукрова тростина по врожайності. Конденсований цукровий сироп, що отримується з сорго, здавна цінується своїми поживними якостями. У зв'язку з цим багато агрономи дивуються, коли чують, що сорго найгірший корм, ніж кукурудза. Помилка полягає в тому, що багато хто не розрізняє фуражне сорго з низьким вмістом цукру і солодке сорго.

Різні дослідження, проведені в США і в інших державах, показали, що сорговий силос в суміші з високоякісним цукровим сиропом є добре збалансований корм, який за своїми поживними властивостями не поступається кукурудзі і навіть перевершує її. Важлива перевага сорго, яке недооцінювалося багато років, полягає в тому, що високоврожайне сорго з високим вмістом цукру, вирощене за передовою технологією, може з'явитися сировиною для високоякісного цукрового сиропу і силосу, придатного для цілорічного годування.

Для вищевказаних цілей вибирають солодке сорго. При використанні достатньої кількості фосфорних і калійних добрив ця культура може дати урожайність до 40 т/га і, навіть, вище. У географічних районах з більш тривалим літнім періодом другий урожай (отава) може бути вирощений зі стебел, що залишилися після збору першого силосного врожаю сорго. При вирощуванні сорго важливо не використовувати занадто великої кількості азотних добрив, оскільки це може привести до перевищення рівня нітратного азоту, небажаного компонента в кормах для худоби.

Іншою примітною особливістю сорго є те, що цукровий сироп може бути використаний для ферментації і виготовлення цілого ряду інших продуктів. В даний час основним побічним продуктом може бути етанол, який використовується в якості високоякісної бензинової присадки.

Іншими продуктами тієї ж ферментації можуть бути газоподібний двоокис вуглецю і корм для худоби, що готується із залишків дистиляції.

Основа системи спільної генерації фірми «Байо-Солар» показана на рис. 7.1. Цифри на малюнку відповідають операціям, описаним нижче:

1. Сорго вирощують з використанням, передових методів для отримання високого виходу продукції. Урожай збирають, використовуючи збиральну техніку, ту, яку застосовують при зборі кукурудзяного силосу. Залежно від клімату може зніматися більш, ніж один урожай на рік.
2. Шляхом вичавлювання сорго отримують два основні продукти: сік з високим вмістом цукру і горючий волокнистий матеріал, відомий під назвою витримка.
3. Сік розбавляють до мікробіологічно стійкого, який добре дозволяє зберігатися сиропу. Допоміжні місцеві джерела сиропу також можуть бути використані у виробництві.
4. Сироп ферментують і дистилюють для отримання товарного етанолу і CO_2 протягом цілого року. Біопродукти дистиляції збирають і продають як корм.
5. Суміш зберігають в скиртах для збереження витрат енергії.
6. Протягом всього року спресована біомаса і продукти дистиляції, отримані при ферментації і дистиляції, перетворюють в гранули. У процесі також може бути використана біомаса від інших джерел.
7. Гранули спалюють в парогенераторах модульної конструкції, золу використовують для виготовлення добрив. Гарячий газоподібний вихлоп дає основну частину тепла, необхідного для висушування вичавки безпосередньо перед гранулюванням.
8. Основне призначення пару – генерація 50 МВт (нетто) безперервної електроенергії.
9. Після розширення в турбіні частина пару відводиться на виготовлення сиропу і для дистиляції етанолу. Таким чином, підприємство працює в режимі спільної генерації.

Система повністю використовує урожай сорго протягом цілого року, незважаючи на весь 120-денний урожайний сезон цієї культури, що є основною перевагою системи.

Фірма «Байо-Солар» укладає свої контракти, приймаючи за одиницю вимірювання тонну відтвореного сорго або урожайність з одного гектара посівної площі. Імовірно, для кожного району, буде потрібно близько 1,5 млн т сирої маси сорго для отримання 110 тис. т в рік цукру і 340 тис. т біомаси. У середньому цикл вирощування одного врожаю становить 120 днів.

У виробничому циклі біоетанолу розрізняють такі технологічні етапи:

*Подрібнення***.** Устаткування, призначене для подрібнення сорго,

розраховане на високий ступінь екстракції соку. Установка для подрібнення може обробляти до 13 тис. т сорго в день. Передбачається, що сік буде містити близько 19% розчинних твердих матеріалів у продукті, що відправляється на подальшу обробку у випаровувачах. Твердий матеріал (витримка), що залишився, відправляється на зберігання і подальше гранулювання.

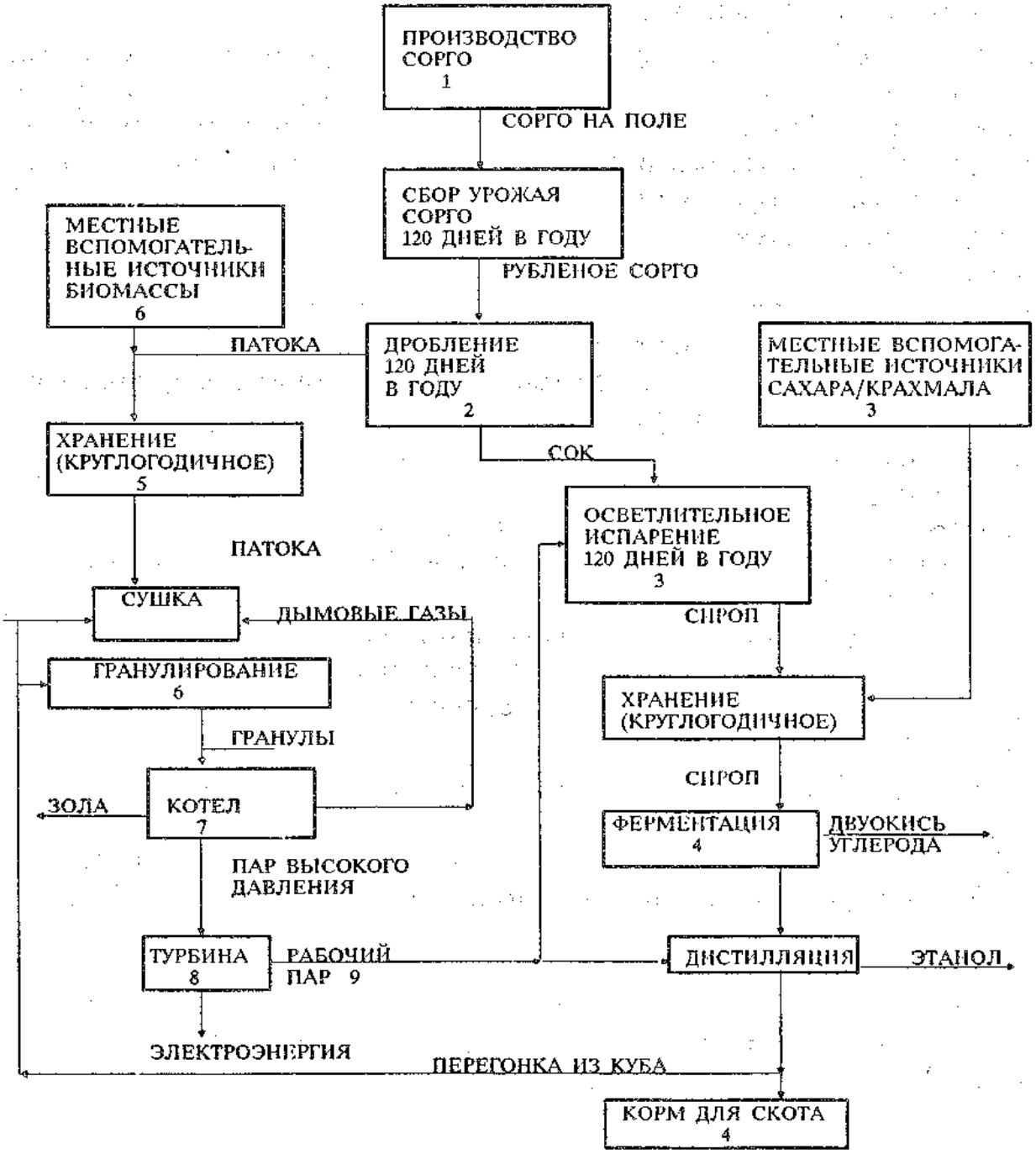

Рис. 7.1. Система спільної генерації сорго

Зберігання. Під час зняття врожаю частина вичавки гранулюється. Інша частина відправляється на тривале зберігання в кипах для використання протягом року. Важливою особливістю системи сумісної генерації сорго за методикою фірми «Байо-Солар» є використання ущільнених кип вичавленої біомаси, яка може довго зберігатися. Приблизно 2/3 всього обсягу вичавленої біомаси зберігається в таких кипах. Щільна вичавлена біомаса захищена поверхневим покриттям і ущільнена таким чином, що тільки частина властивостей втрачається при зберіганні.

Гранулювання. Починається з сушки вичавленої маси в спеціально призначених для цього трипрохідних сушарках. Ці сушарки використовують тепло, створюване вихлопними газами парової установки з додаванням деякої порції тепла, створюваного спалюванням частини гранул. Ця операція зменшує вміст вологи вижатої маси до 20%. Частково осушена біомаса потім подрібнюється на більш дрібні частини, при цьому при гранулюванні створюються такі умови, які знижують вміст вологи до 10%. Гранули можуть зручно зберігатися і транспортуватися, формуючи собою при цьому високоенергетичне паливо, придатне для використання в головному котлі.

Парова установка. Складається з котлів ємністю 140 т, обладнаних рухомими решітками і завантажувальним пристроєм. Установка споживає близько 370 тис. т гранульованого палива в рік і генерує 49-50 МВт електроенергії для місцевих потреб. Протягом сезону, який становить близько 200 днів за рік, пар відтворюється конденсаційними турбінами для використання в установках з виробництва етанолу. Під час збирання та доробки врожаю додаткову кількість пару отримують для споживання випарниками, які концентрують торговий сік на сироп для зберігання.

Освітлювальна установка-випарник. Сік, отриманий з дробленого сорго, може бути випаруваний в придатний для тривалого зберігання сироп з 70%-им вмістом цукру. Перш ніж свіжий сік піддається концентрації у випарнику, він подається в освітлювач, де з нього витягуються хлорофіли й інші рослинні матеріали. Після дегідрації ці видалені матеріали йдуть на фураж для худоби, оскільки вони містять поживний матеріал. Вакуумні випарники видаляють вологу з продукту, перетворюючи його в сироп. Оскільки вода, яку видобувають, чиста, вона може бути використана як живильна вода для котла. Сироп зберігається у великих баках для використання протягом року на ферментаційних установках.

Ферментація. Сироп, який зберігається, розводиться водою до потрібної при ферментації концентрації. При ферментації можуть бути використані дріжджі, які вибираються з урахуванням їх ефективності для ферментації сортового цукру і їх стабільності в якості джерела утворення білків у фуражі.

Отриманий етанол в суміші з водою після ферментації дистилюється і висушується, а вуглекислий газ збирається в балони і скраплюється.

Залишок після дистиляції складається з дріжджів і неферментованого цукру (кубовий залишок). Це багате джерело білків комбінується з наявними на заводі продуктами високоякісного фуражу.

Графік роботи заводу. Завод працює 365 днів у році цілодобово, у три зміни, в двох основних режимах по сезонах: урожайний і неврожайний. У розкладі також враховані періоди ремонту всього обладнання. При роботі в урожайний сезон, який складає близько 120 днів за рік, операції виконуються при семиденному робочому тижні: приймання і вивантаження зеленої маси сорго, зібраної і подрібненої на полі; подрібнення і витримка сорго; освітлення і випаровування соку; перекачування сиропу в ємності для зберігання; зберігання вичавленого продукту в скиртах; виготовлення паливних гранул; робота енергетичної установки і генерування електроенергії; ферментація та дистилювання етанолу; збір і скраплення вуглекислого газу; відправка вуглекислого газу; відправка етанолу; відправка фуражу для худоби.

В інший період року завод виконує роботи при семиденному робочому тижні: витяг вичавленої маси зі скирт; виготовлення паливних гранул; робота установки для генерування електроенергії; ферментація та дистилювання етанолу; збір і скраплення вуглекислого газу; відправка вуглекислого газу; відправка етанолу; відправка фуражу для худоби.

Накопичена в топці котла зола протягом цілого року буде використовуватися в якості добавки до добрив. Всі вищеописані операції проводяться з коефіцієнтом використання 90%, залишаючи 10% на обслуговування і ремонт, з урахуванням потреб кожної одиниці обладнання, що бере участь в технологічному процесі. Багато вузлів і пристроїв, як силова установка і генератор, здубльовані таким чином, що якщо один котел або одна з турбін вимкнені через ремонт, інший котел та інша турбіна будуть в роботі дегенерувати електроенергію.

7.2. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ З СОРГО

В останні десятиріччя в світі все більше уваги надають пошуку шляхів використовування енергоресурсів, які одержують з відновлюваної енергії, особливо, шляхом використання рослинної сировини (рис. 7.2). Перш за все, це пов’язано з очікуваним значним подорожчанням викопних джерел енергії і загрозою вичерпання їх запасів. Вважається, що на найближчу перспективу питома маса біопалива в загальних об’ємах пального складатиме до 10% з подальшим зростанням. Разом з тим сучасна енергетика України значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини – нафти, газу, бензину, ціна на які постійно росте.

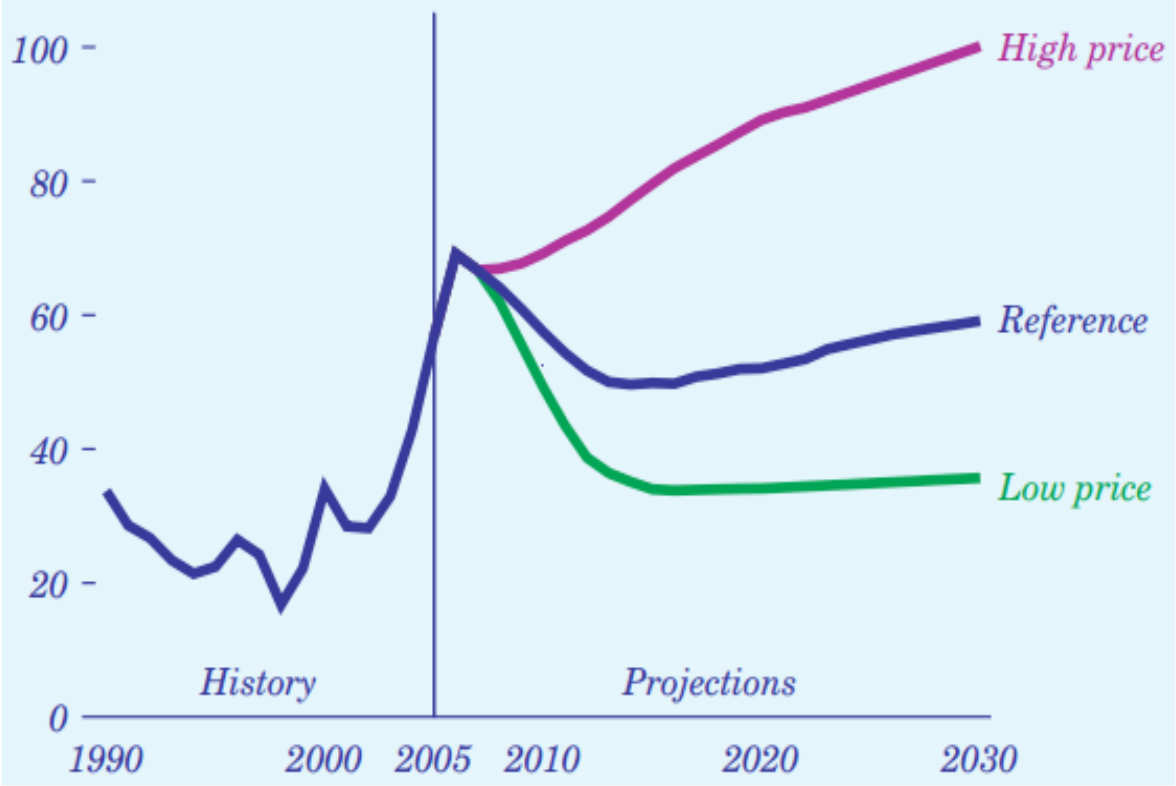

Рис. 7.2. Динамка цін на нафту та їх прогнозування до 2030 року за різними сценаріями (за даними ФАО ООН, 2007)

Виробництво біологічних видів палива – біоетанолу, біодизеля, біогазу тощо є пріоритетним напрямом в сучасному світовому виробництві рідкого палива.

Виробництво біологічних видів палива – біоетанолу, біодизеля, біогазу, тощо є пріоритетним напрямом в сучасному світовому виробництві рідкого палива. Так, завдяки додаванню біоетанолу до бензину, економія нафти тільки в 2010 році, складала 50,7 млн тонн, що дорівнює річному споживанню її в Нідерландах і Польщі разом узятих. Найбільшими виробниками біоетанолу в світі є: США – 54,3%, Бразилія – 33,7, Китай – 2,8, Канада – 1,8, інші країни – 7,4%.

Згідно прогнозу Міжнародного Енергетичного Агентства очікуваний об'єм виробництва біоетанолу в світі в 2020 р. за оптимістичним прогнозом складатиме 281,5 млрд л, за песимістичним – 187,5 млрд л. Об'єм світової торгівлі складатиме близько 10% від загального світового об'єму виробництва. Лідерами виробництва будуть США і Бразилія.

Постійне підвищення цін на енергоресурси та погіршення екологічного стану довкілля внаслідок варварського споживання викопних палив з кожним роком все більше турбують суспільство усіх країн світу. Майбутній рівень існування людства залежить від вирішення цих проблем. Актуальним напрямом розвитку аграрної сфери є виробництво енергії з біомаси (рис. 7.3). Біоенергетика – це об'єктивна реальність й нагальна

потреба сьогодення.

Біомаса - четверте за значенням паливо у світі, дає близько 2 млрд т умовного палива на рік, що становить близько 14% загального споживання первинних енергоносіїв у світі. При цьому понад 70% поновлюваних джерел енергії походить з неї. Відбувається швидкий перехід до раціонального використання біомаси.

У світовій енергетиці відбувається інтенсивний супротивний рух двох процесів. З одного боку, споживання енергії зростає. Скажімо, порівняно з сьогоденням, у Європі потреба в моторних паливах до 2030 року збільшиться у 8 разів. З іншого боку, запаси викопних енергетичних ресурсів швидко скорочуються. Визначальним є те, що залежно від виду (нафта, газ, вугілля, уранові руди тощо) їх залишилось усього на 40-250 років. У той же час, надзвичайно гостро постало питання забезпечення населення продуктами харчування.

Україні дуже важливо не залишитись осторонь передових світових тенденцій у цьому напрямі, особливо зважаючи на недостатню власну забезпеченість викопними паливами.

У забезпеченні енергетичної незалежності України, в тому числі й АПК, важливу роль мають відігравати поновлювані джерела енергії (ПДЕ), яких згідно з вимогами ЄС, кожна країна повинна мати в 2010 році в загальному енергетичному балансі не менш як 10%, а 2020 році – 20%.

Рис. 7.3. Схема використання сільськогосподарської продукції на енергетичні потреби

Підвищення площ, де вирощуються енергетичні культури для вирішення проблеми дефіциту традиційних непоновлюваних видів палива, призвело до відповідного зменшення площі земель для отримання продуктів харчування.

Сорго цукрове – ця чудова біологічна сировина для отримання етанолу. Якщо побудувати завод, який перероблятиме зелену масу сорго на сироп, потім – на етанол і вуглекислий газ, а корисні відходи (близько 70%) використовувати для годування тварин, зерно ж використовувати як насінний матеріал, то можна одержати значний економічний прибуток і розв'язати багато господарських, транспортних і промислових проблем. З 1 т зерна сорго можна одержати 650-700 кг крохмалю або 300-350 л спирту, що на 35 л більше, ніж з 1 т кукурудзи. Розрахунки показують, що наявні сорти сорго цукрового можуть забезпечити виробництво цукру на рівні 28-30 ц/га на незрошуваних землях і 45-50 ц/га – на зрошуваних. У зв'язку з тим, що цукровий буряк на півдні України практично не вирощують, те сорго може значно поповнити цукрові запаси (рис. 7.4).

Основні небезпеки екстенсивного використання палива з біомаси – знищення лісів, ерозія ґрунтів, заміна врожаїв, що задовольняють харчові потреби «врожаями» палива.

Випереджаючи та прогнозуючи проблеми угод стосовно зменшення викидів парникових газів, важливим стає пошук нових альтернативних технологічних рішень одержання біоконверсної енергії в сільськогосподарському виробництві без зменшення виробництва сільгосппродукції.

В Україні зафіксовано понад 7-8 млн га земель, які через деградацію та засолення доцільно вивести з інтенсивного обробітку. Розрахунками доведено, що з площі 100 га сорго цукрового (з середньою врожайністю зеленої маси 300 ц/га і 18% цукристістю) можна одержати понад 200 т цукру.

Молдавські вчені створили перспективні для України сорти Порумбень-4 і Порумбень-5, а також спільно з українськими селекціонерами вивели новий сорт Порумбень-6. Ці гібриди за своїми морфо-біологічними (товщина і висота стебел, наявність листя) й технологічними (відсоток вмісту цукру в соку і пристосованість до механізованого способу обробітку і збирання) показниками аналогічні цукровій тростині. З 1 га сорго цукрового цілком можливо без поливу гарантовано отримати до 100 т зеленої маси.

Різні форми енергії біомаси можуть використовуватися в якості автомобільного палива. Вважається, що саме паливний етанол має найбільший потенціал, враховуючи невичерпні витоки його отримання. Лідерами споживання автомобільного біопалива є Бразилія, де кожна друга машина, що продається, використовує спиртовмісне паливо з цукрової тростини (в цій країні 1 літр біоетанолу на 45% дешевше 1 літра бензину), і США (табл. 7.1).

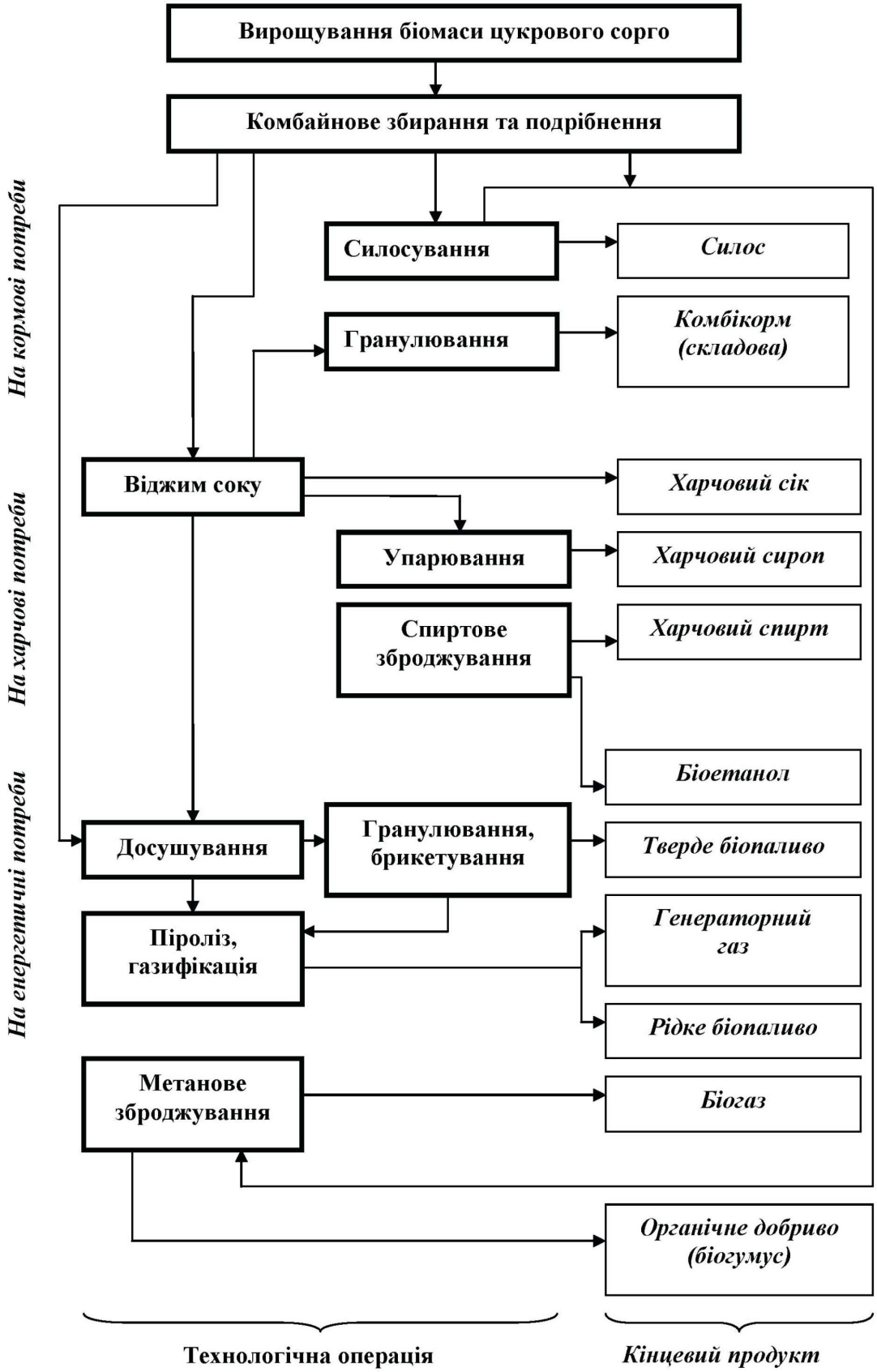

Рис. 7.4. Схема використання біомаси сорго цукрового на кормові, харчові та енергетчині потреби

Саме на них припадає близько 95% всього світового виробництва біоетанолу. Невисока собівартість виробництва етанолу (0,19 доларів за літр в Бразилії, 0,33 – в США, 0,55 – в ЄС) дозволяє одержати біопаливо дешевше бензину. У 2008 році в США було вироблено 34,7 млрд літрів етанолу, це майже в 2 рази більше, ніж в 2006 році, 90% його отримують з кукурудзи і 8% з сорго. На ці цілі йде вже зараз до чверті врожаю кукурудзи і 15% врожаю сорго США.

Таблиця 7.1

Світове виробництво етанолу за роками, млн л

Країна	Роки				
	2004	2005	2006	2007	2008
США	13362	16117	19946	24564,7	34776
Бразилія	15078	15978	16977	18972,6	24464,9
Китай	3643	3795	3845	1837,1	1897,18
Індія	1746	1697	1897	199,58	249,48
Франція	827	907	948	–	–
Німеччина	268	430	746	–	–
Росія	748	748	649	–	–
ПАР	415	389	387	–	–
Великобританія	400	351	279	–	–
Іспанія	298	298	463	–	–
Таїланд	279	298	352	299,37	339,4
Колумбія	–	–	279	283,12	299,37
Євросоюз	–	–	–	2155,73	2773
Весь світ	–	45927	50989	49524,4	65527,1

Інтенсивне використання рослинної сировини у виробництві біоетанолу спостерігається в останні роки в країнах Євросоюзу. Цьому сприяло прийняття ряду директив Євросоюзу і заходів державної підтримки, згідно з якими виробники зобов'язані забезпечити виробництво палива з вмістом біологічних добавок.

До 2010 року частку біоетанолу в загальному споживанні нафтового палива доведено до 5,75%, що вимагає додаткових витрат близько 10 млн тонн рослинної сировини (табл. 7.2).

Україна також має всі об'єктивні передумови для організації виробництва біоетанолу у великих масштабах. Доцільність цього буде визначатися наявністю доступної і дешевої рослинної сировини, в тому числі і сорго цукрового. У країнах СНД найближчим часом очікується зміна законодавства щодо біопалива. Наприклад, зараз в Росії починає змінюватися законодавча база: приймається повний перелік законодавчих актів, для того щоб етанол став окремим продуктом саме як паливна складова.

Таблиця 7.2

Обов'язкова частка (за законом) біоетанолу в паливі

Країна	Частка, %	Рік досягнення
Євросоюз	5,75	2008
Китай	5	2010
Бразилія	2	2008
	5	2013
Індія	5	2010
Таїланд	10	2010
Великобританія	5	2010
США	5	2010
	30	2030
Японія	5	2010

Досягнення різних країн – розвинених і країн, що розвиваються – в області виробництва і споживання біопалива відкривають значні перспективи для України як для вирішення локальних енергетичних проблем на сучасному етапі, так і в плані виходу на світові та європейські ринки (Китай, Індія, Японія, ЄС тощо).

Експорт транспортного етанолу може стати в перспективі серйозним джерелом валюти і екологічно чистим енергетичним товаром України на міжнародному паливному ринку.

У країнах СНД традиційно для виробництва етилового спирту в різний час використовувалися зернові культури і картопля. Однак, в даний час найнижчу собівартість має виробництво біоетанолу з цукровмісного матеріалу і зерна кукурудзи (табл. 7.3).

Порівняльний аналіз різних видів сировини для отримання етанолу показує, що найбільш дешевим він виходить при використанні цукрової тростини – 160 дол. за 1 м^3, сорго цукрового – 200-300 і зерна кукурудзи – 250-400 дол. за 1 м^3.

Таблиця 7.3

Ефективність виробництва біоетанолу з різної сировини в країнах СНД

Сировина	Обсяг виробництва з площі 1 га, м3	Вартість дол./м3
Цукрові буряки	2,5–3,0	300–400
Цукрова тростина	3,5–5,0	160
Кукурудза	2,5	250–400
Пшениця	0,5–2,0	380–400
Картопля	1,2–2,7	800–900
Сорго цукрове	3,0–5,0	200–300

З огляду на те, що сорго сіють по гіршим попередникам, на засолених землях і в районах з випаданням опадів менше 300 мм на рік, де кукурудза без зрошення взагалі не формує урожай зерна, використання культури сорго в якості альтернативного джерела палива найбільш актуальна.

Слід враховувати, що культура сорго є найбільш високоенергетичною, виходячи з таких показників:

- високий фотосинтетичний потенціал (у 2 рази вище, ніж у цукрових буряків, пшениці, сої та ін. культур);
- низька потреба у воді (значно нижче, ніж у кукурудзи, ячменю, рису, пшениці). Так на утворення одиниці сухої речовини сорго витрачає 300 частин води, кукурудза – 388, пшениця – 515, ячмінь – 543, горох – 730, соняшник – 895;
- висока стійкість до посухи (висока ксерофітність, потужна коренева система з виборчою здатністю, щільний епідерміс, білий воскоподібний наліт на листках у період високих температур). Більш того, сорго здатне припиняти ріст у період особливо несприятливих умов для росту й розвитку, залишаючись в анабіозі до настання сприятливих умов;
- висока врожайність (до 5-6 т/га зерна і до 60-80 т/га зеленої маси);
- можливість отримувати 4-5 т етанолу з 1 га посівів (вихід з однієї тонни сорго 0,5 т етанолу при утриманні крохмалю 70% і більше, з ячменю – 0,33 т, пшениці – 0,37 т, кукурудзи – 0,41 т) (рис. 7.5);
- низька норма висіву (в середньому 7-10 кг/га);
- вихід цукру 5-7 т/га і целюлози 15 т/га (сухої біомаси) з сорго цукрового, а також 3-5 м^3 етанолу з 1 га посівів.

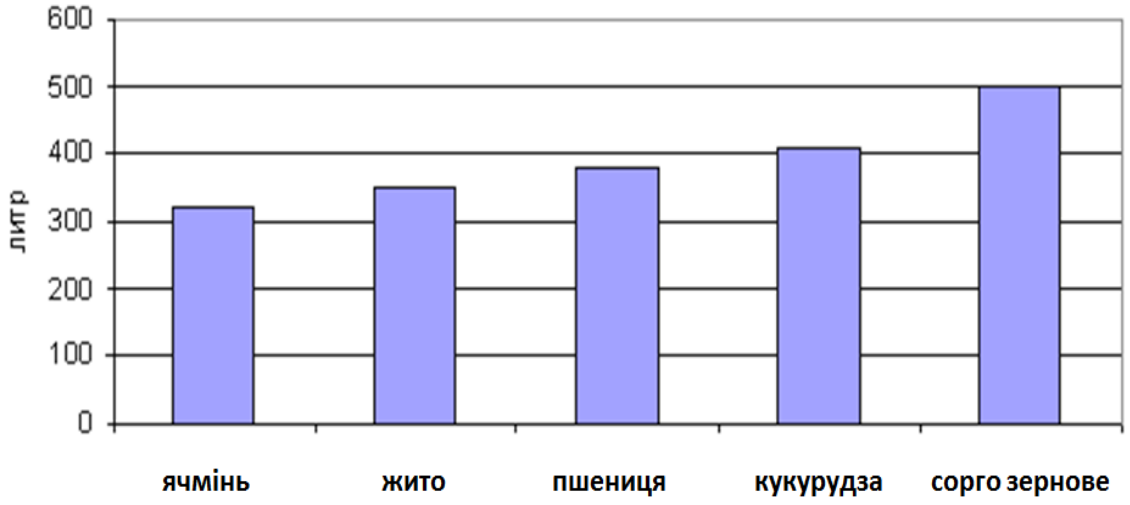

Рис. 7.5. Вихід етанолу в літрах з тонни сировини (90% конверсія крохмалю в етанол)

У ВНДІ зернових культур ім. І.Г. Каліненка були проведені досліди з визначення продуктивності сорго зернового та цукрового, а також виходу крохмалю і спирту (табл. 7.4).

Таблиця 7.4

Урожайність зерна, вміст крохмалю і вихід спирту з сортів і гібридів сорго зернового, (середнє за 2006-2008 рр.)

Сорт, гібрид	Урожайність зерна, т/га	Вміст крохмалю, %	Теоретичний* вихід спирту з 1 га, л
Лучисте	5,8	75	2980
Харчовий 227 - F1	6,0	70	2880
Аіст	4,8	70	2304
Орловське	4,5	68	2088
Зерноградське 53	5,8	69	2405
Хазіне 28	5,4	73	2700

Примітка: * – теоретичний вихід безводного спирту з 1 т крохмалю дорівнював 71,98 дкл.

Встановлено, що витрати на виробництво зерна сорго в 2 рази нижчі за витрати на виробництво зерна пшениці, а вихід спирту з 1 тонни зерна сорго при вмісту крохмалю понад 70% становить 45, у пшениці – 37, у кукурудзи – 38 дкл.

Найкращим з точки зору виходу етанолу з одиниці площі (2980 л/га) був сорт Лучисте, який поєднує високу врожайність (5,8 т/га), з високим вмістом крохмалю в зерні (75%). Однак, для виробництва етанолу необхідні селекційні роботи для виведення нових білозерних сортів і гібридів сорго зернового з високою посухостійкістю, високоврожайних, низькорослих, солевитривалих з вмістом крохмалю в зерні 70-75%, з низькою збиральною вологістю зерна і не потребуючих додаткової сушки.

Крім того, в дослідах ВНІІЗК вивчений новий селекційний матеріал для створення нових сортів і гібридів сорго цукрового з високим вмістом моноцукрів, що відповідають вимогам виробництва етанолу. І якщо раніше (на початку роботи) вміст цукрів у соку стебел не перевищувало 10-12%, то в даний час є сорти і селекційний матеріал з вмістом цукрів у соку стебел до 16-18% (табл. 7.5).

Нові сортозразки – К 470, К 1670, К 451, за вегетаційного періоду 110-120 днів, дозволяють отримувати біомасу сорго цукрового з вмістом цукрів у соці стебел 15-17% і з виходом спирту 5,0-6,2 т/га.

В Україні найдоцільніше розміщення сорго цукрового в південній і східній зонах країни, оскільки ареал вирощування сорго цукрового для виробництва сиропу обмежений температурним потенціалом. Високий

вміст цукрів у рослинах накопичується тільки в південній зоні України, де середньорічна сума активних температур перевищує 2800-3000°С. При наборі меншої суми температур йде зниження накопичення цукрів.

Таблиця 7.5

Урожайність зеленої маси, вміст цукрів у соку стебел і вихід спирту з сортів і ліній сорго цукрового, (середнє за 2006-2008 рр.)

Сорт, зразок	Урожайність зеленої маси, т/га	Вміст цукрів у соку стебел, %	Теоретичний* вихід спирту з 1 га, л
Зерноградський бурштин	40	14,1	3322
Зерноградське 33	41	13,9	3357
Зерноградське 28/49	40	13,6	3204
К 1670	64	15,0	5654
К 470	62	17,0	6208
К 451	50	17,0	5006

Примітка: * – теоретичний вихід безводного спирту з 1 тонни інвертного цукру становить 58,9 дкл.

Світова потенційна потреба за розрахунками експертів ФАО ООН в етанолі перевищує 4 млрд тонн на рік, а сучасне світове виробництво біоетанолу (2008) – досягло лише 2,8 млрд тонн на рік.

Довгий час ринок біоетанолу в Європі розвивався досить повільними темпами. Знадобилося близько 10 років, щоб обсяг внутрішнього виробництва зріс з 60 млн літрів у 1993 році до 525 млн літрів у 2004 році. Починаючи з 2005 року, галузь стала демонструвати стрімкі зростання. Так, приріст обсягів випуску біоетанолу становив: 2005 рік – +70%; 2006 рік – +70%; 2007 рік – +13%; 2008 рік – +56%.

Відзначимо, насправді, що в світовому масштабі на частку європейського ринку припадає лише 4% випуску. Так, наприклад, США в даний час виробляють в місяць біопалива стільки ж, скільки Європа за рік. Низький попит на біоетанол в ЄС продиктовано домінуючим становищем іншого виду зеленого пального – біодизелю (80% сукупного споживання біопалива).

Виробничі потужності європейських заводів задіяні тільки на 46%. Загальний потенціал виробництва з урахуванням існуючих потужностей становить 6,1 млрд літрів. Додатково будуються потужності в обсязі 2,4 млрд. літрів. Ведучими постачальниками біоетанолу в Європі є Франція, Німеччина, Іспанія і Польща. Провідними споживачами – Франція, Німеччина, Швеція, Великобританія, Польща і Нідерланди. Внутрішні потреби значною мірою задовольняються за рахунок імпорту. У 2008 році

в Європу було поставлено 1,9 млрд. літрів біоетанолу (на 400 млн літрів більше, ніж у 2007 році). До 80% поставок забезпечувала Бразилія.

Таким чином, у теперішній час в світі існує необхідний виробничий потенціал та нові гідролізні технології, що дозволяють виробляти технічний гідролізний спирт. Однак гідролізні технології, засновані на використанні сірчаної кислоти, є екологічно шкідливими. Необхідно розробляти сучасні екологічно чисті технології отримання транспортного етанолу. Причому з енергетичної та економічної точки зору зерновий етанол перевершує всі види палива з сировини, а етанол, отриманий з біомаси, – наступний значний крок вперед. Тому необхідно шукати нові біологічно безпечні сировинні джерела цукрози й крохмалю. У цьому плані становить інтерес культура сорго (сорго зернове і сорго цукрове).

ВИСНОВКИ

В останні роки значно збільшився інтерес вчених і товаровиробників сільськогосподарської продукції до сорго цукрового, як універсальної культури харчового, кормового та промислового призначення. Крім того, сорго може бути джерелом дешевої сировини для виробництва різних видів біопалива. Ця рослина має унікальні біологічні властивості, а саме – здатність акумулювати в стеблах значну кількість розчинних вуглеводів навіть при несприятливих ґрунтово-кліматичних умовах. Завдяки високої посухостійкості, низької потреби у воді та короткому вегетаційному періоду вчені й практики розглядають сорго цукрове як найбільш перспективну енергетичну культуру, придатну для вирощування на малопродуктивних землях.

Характеристика періодів і стадій розвитку сорго дає можливість краще зрозуміти які морфологічні та біологічні зміни відбуваються при формуванні зерна сорго, встановити темпи накопичення поживних речовин та сухої речовини в різних вегетативних та генеративних органах рослин сорго. Наявність цієї інформації дасть можливість виробничникам визначити критичні періоди розвитку сорго щодо забезпечення вологою та поживними речовинами, а також визначити реакцію рослин сорго на засміченість бур'янами, особливо злаковими.

Забезпечення потреб рослин необхідними чинниками й умовами життя, особливо в критичні періоди, дасть можливість реалізувати високий потенціал врожайності та отримати максимально високі врожаї культури. Для досягнення цих результатів необхідно: використовувати для посіву високоякісне насіння сучасних гібридів сорго, яке оброблене фунгіцидними та інсектицидними протруйниками; вносити мінеральні добрива на різних типах ґрунтів з урахуванням забезпеченості їх поживними речовинами; висівати насіння сорго в оптимальні строки при досягненні на глибині висівання температури ґрунту на рівні 12°С; застосовувати залежно від типу засміченості бур'янами та їх щільності систему захисту з використанням гербіцидів з різним механізмом дії; під час вегетації слід контролювати чисельність шкідників (особливо попелиці) і при збільшенні її до порогових показників – проводити обприскування інсектицидами.

В польових дослідах ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» доведено, що за вирощування в умовах Південного Степу України найбільший вплив на економічну та енергетичну ефективність має строк сівби. Як за раннього, так і за пізнього строків сівби найбільший умовний чистий прибуток 5,1-12,9 тис./га з рентабельністю 65-148% отримано при вирощуванні гібриду Даш – Е з густотою стояння 180-220 тис./га. Найгірший економічний результат одержано у варіантах

з гібридом Спринт W. Енергетична ефективність була найвищою за раннього строку сівби з перевагою гібриду Даш – Е, який висівали з максимальним загущенням.

Сорго цукрове забезпечує отримання чудової біологічної сировини для отримання різноманітної продукції, в тому числі і біоетанолу.

З 1 т зерна сорго можна отримати 650-700 кг крохмалю або 300-350 л спирту, що на 35 л більше, ніж з 1 т кукурудзи. Розрахунки показують, що наявні сорти сорго цукрового можуть забезпечити виробництво цукру на рівні 28-30 ц/га на незрошуваних землях і 45-50 ц/га – на зрошуваних. У зв'язку з тим, що цукрові буряки на півдні України практично не вирощують, то сорго може значно поповнити цукрові запаси. Так, з площі 100 га сорго цукрового (із середньою врожайністю зеленої маси 300 ц/га і 18% цукристістю) можна отримати понад 200 т цукру. При цьому розрахункове виробництво етанолу становить від 2,5-3,0 т з сорго зернового до 3,3-5,0 т з сорго цукрового залежно від ґрунтово-кліматичної зони та технології вирощування. Оцінюючи перспективи виробництва біоетанолу в Україні слід зазначити, що при діючих цінах на бензин його виробництво економічно вигідно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств / В.Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2002. – 624 с.
2. Алабушев А.В. Сорго (селекция, семеноводство, технология, экономика) / Алабушев А.В., Анипенко А.Н., Гурский Н.Г. и др. – Ростов-на-Дону: Книга, 2003. – 368 с.
3. Алабушев А.В. Способы основной обработки почвы при возделывании зернового сорго / А.В. Алабушев, Н.В. Шишкин, А.И. Стешенко // Кукуруза и сорго. – 1996. – №6. –С. 15-16.
4. Афендулов К.П. Удобрения под планируемый урожай / К.П. Афендулов, А.И. Лантухова. – М.: Колос, 1973. - 236 с.
5. Ахмедов А.А. Основные приемы выращивания сорго в Чечено-Ингушской АССР / А.А. Ахмедов // Сб. Сорго. – М.: МСХСССР, 1961. – С. 128-135.
6. Барвиченко В.М. Вынос питательных веществ зеленой массой / В.М. Барвиченко // Кукуруза и сорго. – 1985. – № 6. – С. 24-25.
7. Биленко П.Я. Урожай и кормовая ценность зеленой массы злаково-соевых посевов в зависимости от удобрений / П.Я. Биленко, Н.Я. Шевников // Науч. тр. Харьк. СХИ. – 1986. -Т. 319. - С.39-45.
8. Биленко П.Я. Сорго в одновидовых и смешанных посевах / П.Я. Биленко, Н.Я. Шевников // Кормопроизводство. 1985. - № 12. - С. 30-31.
9. Блюм Я.Б., Григорюк І.П., Рахметов Д.Б. та ін. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. - К.: Аграр Медіа Групп, 2014. – 360 с.
10. Бондаренко В.П. Сорго в зеленом конвейере / В.П. Бондаренко, Ю.Ф. Олексеенко // Кукуруза и сорго. 1985. - № 6. - С. 26-27.
11. Білозор Л.В. Особливості формування ринку інноваційної продукції в аграрній сфері / Л.В. Білозор // Економіка АПК. – 2005. - №2. – С.106-111.
12. Борина Л.П. Опыт возделывания смешанных посевов сорго и соей и сорго с кукурузой / Л.П. Борина, Н.Г. Березкин. – Информационный листок Краснодарского МТЦНТИ. – № 476-89. – 4 с.
13. Борисова В.А. Економіко-екологічні засади аграрного землекористування / В.А. Борисова // Економіка АПК. – 2001. - № 7. – С.16-22.
14. Бузовський Є.А. Нетрадиційні поновлювальні джерела енергії. Навча-льно-методичний посібник/ Є.А. Бузовський. – К.: ННІ ПО

НАУ, 2007. –21.

15. Вавилов Н.И. Проблемы селекции. Роль Евразии и нового света в происхождении культурных растений // Избранные труды, Т. II. – Л.: Ленинградское отделение академии наук СССР. -1965.-519 с.
16. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. –Л.: Наука, 1987. - 440 с.
17. Вітков М.С. До теоретичних і методологічних засад інтенсифікації аграрного виробництва / М.С. Вітков // Економіка АПК. – 2004. - №11. – С.33.
18. Волкова Л.Д. Сорго и сорго-суданковые гибриды в Запад. Сибири // Науч.-техн.бюл. СО ВАСХНИЛ, 1983 – 53 с.
19. Волощенко С. Сорго плюс соя. – М., 1984. - С. 4-31.
20. Гайко Н.Т., Бескровный В.И., Корнеев А.Г. Сорго ценная кормовая культура. - Ростов-на-Дону: РГУ, 1984. – С. 35-38.
21. Ганженко О.М., Григоренко Н.О., Хіврич О.Б., Марчук О.О., Герасименко Л.А. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність ы вуглеводний склад цукрового сорго // Цукрові буряки. – 2011. – № 5. – С. 14-16.
22. Гиренко А.П., Богатая 3.Ф. Продуктивность сорго-суданковых гибридов в зависимости от способа посева и норм высева семян // Бюл. ВНИИ кукурузы. – Днепропетровск, 1970. - Вып.5. - С. 27-31.
23. Голубева Г.С. Достижения в технологии возделывания сорго. – М.: Колос, 1983. – 41 с.
24. Горпиниченко С.И. Перспективы производства биоэта-нола из сорго / С.И.Горпиниченко, В.В. Ковтунов // Зерновое хазяйство России. – 2009. – № 4. – С. 27-33.
25. Данилишин Б. Науково-інноваційне забезпечення сталого економічного розвитку України / Б. Данилишин, В. Чижова // Економіка України. – 2004. - №3.- С.4-11.
26. Демиденко Б. Г. Сорго. – М.: Сельхозиздат, 1957. – 158 с.
27. Демин В. А. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в севообороте.- М.: Изд-во ТСХА, 1981. – 93 с.
28. Добрякова Е. П. Урожайность смесей сорго и сои в зависимости от способа посева // Научно-обоснованное производство и использование кормов в Поволжье: Сб. научных трудов. – Саратов, 1989. - С. 35-40.
29. Добрынин В. А. Экономика сельского хозяйства [3-е изд., перераб. и доп.] / В. А. Добрынин. – М. : Агропромиздат, 1990. – 467 с.
30. Добрива на півдні України. – Одеса: Маяк, 1971. – 221с.

31. Драненко И. А. Сорго. – Ставрополь, 1957. - 32 с.
32. Дремлюк Г.К. Сорго на изломе эпох: приемы и методы селекции. Монография/ Г.К Дрем люк.- СГІ.-НЦ СН, Одесса. – 2008. – 244 с.).
33. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. – К., 2015. – 229 с.
34. Еденбаев Д. Выращивание программированных урожаев сорго на силос // Земледелие. – 1987. - № 5. - С.39-40.
35. Жигулев А.К. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность и качество сахарного сорго / А.К. Жигулев В.М. Конов // Агрохимия. – 1985. - № 11. - С. 51-58.
36. Жукова М.П. Выбор и обоснование элементов технологии возделывания сорго / М.П. Жукова, П.П. Гончар-Зайкин // Кормопроизводство.– 2002. – №4. – С. 22-24.
37. Жуйков Г.Є. Порівняльна економіко-енергетична оцінка вирощування основних с.-г. культур на Півдні України / Г.Є. Жуйков, О.М. Димов // Вісник аграрної науки південного регіону. - 2000. - № 2. – С. 85-89.
38. Жученко А.А. Энергетический анализ в сельском хозяйстве / А.А. Жученко, Д.И. Афанасьев. – Кишинев, 1988. - С. 45-53.
39. Жученко А.А. Адаптационный потенциал культурных растений (еколог-генетические основы). –Кишинев: Штиинца, 1999. – 768 с.
40. Заварзин А.И. Сорго / А.И. Заварзин, А.П. Царев. – Саратов, 1989. – 56 с.
41. Зінченко О.І. Рослинництво / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
42. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова, Р.Ф. Бессрабова, Л.Д. Халенеева, О.А. Антонова. - 2 изд., доп. и перераб. – М.: Агропроиздат, 1989. – 239 с.
43. Зубенко В.Х. Сорго-суданковый гибрид высокоурожайная культура / В.Х. Зубенко, К.С. Сейпулаев // Кормопроизводство. - 1986. - № 1. - С.42-45.
44. Инструкция по апробации сортовых посевов. – М: Колос, 1979. – 185 с.
45. Интенсивная технология возделывания и использования сорго: Сборник научных трудов. – Зерноград, 1986. – 154 с.
46. Исаков Я.И. Сорго. - 2 изд., перераб. и доп. / Я.И. Исаков. – М.: Россельхозиздат, 1982. - 134 с.
47. Ищин А.Г. Динамика содержания сахаров в вегетативной массе сорго / А.Г. Ищин, И.Г. Ефремова // Селекция, биология

и агротехника сорго. –Зерноград, 1984. - С. 54-56.

48. Каплуновский С.П. Возделывание и кормовое использование сорго в засушливой степной зоне УССР / С.П. Каплуновский // Сорго. М.: изд. МСХ СССР, 1961. – С. 89-97.
49. Кеферов К. Смешанные посевы кукурузы с сахарным сорго при возделывании на зерно и силос / К. Кеферов, В. Татуев // Рекомендации по интенсификации и повышения качества с.-х. продукции в Кабардино-Балкарии. – Нальчик, 1977. - С.98-104.
50. Ковальчук В.П., Григоренко Н.О., Костенко О.І. Цукрове сорго - цукроносна сировина та потенційне джерело енергії // Цукрові буряки. – 2009.– №6. – С. 6-7.
51. Коломиец Н. Что может дать сорго / Н. Коломиец // Сельские зори. – 1985. – № 12. - С. 41-42.
52. Комплексные исследования по селекции сорго: Сборник научных трудов. – Зерноград, 1987. – 166 с.
53. Кононов В.М. Эффективность однолетних кормовых культур в сухостепной зоне каштановых почв Волгоградской области / В.М. Кононов, И.А. Пиманов // Научно обоснованное производство и использование кормов в Поволжье: Научные труды ВНИИЖК. – Саратов, 1989. - С.79-84.
54. Коренев Г.В. Растениеводство / под ред. Коренева Г. В., 2-е изд., доп. и перераб. / Коренев Г.В., Подгорный П.И., Щербак С.Н. – М.: Колос, 1983. - 511 с.
55. Корма: Справочная книга / В.А. Бондарев, Е.С. Воробьев, В.С. Гульцев и др. / Под ред. М.А. Смурыгина. – М.: Колос, 1977. – 368 с.
56. Коростоянова Р.С. Преимущество смешанных посевов / Р.С. Коростоянова // Кукуруза и сорго. – 1989. - № 2. - С. 35-36.
57. Красненков С.В. Рациональные приемы применения минеральных удобрений под сорго в Степени УССР / С.В. Красненков // Материалы 4 всесоюзного научн.-техн. конф. молодых ученых по пробл. кукурузы. - Днепропетровск, 1985. – Ч. 1. - С. 176-178.
58. Красненков С.В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на врожайність зернового сорго / С.В. Красненков // Бюл. Ін-ту зернового господарства. – 1999. – №9. – С. 38-40.
59. Крылов А.В. Продуктивность и основные показатели фотосинтетической деятельности зернового сорго в зависимости от нормы высева / А.В. Крылов, В.И. Филатов // Кукуруза и сорго. – 2002. – №3. – С. 21-24.

60. Кузнецов М.И. Опыт возделывания сорго в Оренбургском институте молочно-мясного скотоводства / М.И. Кузнецов // Сорго. – М.: Изд. МСХ СССР, 1961. - С. 141-145.

61. Кукуруза и сорго. – М.: Агропромиздат, 1991. – 50 с.

62. Куперман Ф.М. Биология развития культурных растений / Ф.М. Куперман. – М.: Высш. шк., 1982. – 314 с.

63. Лапа О.М. Вирощування зернового сорго в умовах України / Лапа О.М., Свиридов А.М., Щербаков В.Я., Барбарук В.Т., Фарафонов В.А., Чикалюк П.Б. – К.: Глобус-Принт, 2008. – С. 52-59.

64. Лачуга Ю.Ф. Нетрадиционная энергетика в сельском хозяйстве / Ю.Ф. Лачуга // Перспективы, опыт производства и использования альтернативных видов топлива в сельском хозяйстве: Сб. науч. тр. – Зерноград: ВНИИПТИМЭСХ, 2007. – С. 9-14.

65. Леуто И.Э. Зерновые культуры на мелиорированных землях / И.Э. Леуто, С.В. Кулеш. – Минск: Урожай, 1981. – С. 54-59.

66. Лупашко-Стальсшй И.П. Некоторые экономические вопросы производства и использования сорго в США / Лупашко- И.П. Стальсшй. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1974. – 128 с.

67. Максименко Л.Д. Смешанные посевы кукурузы и сорго / Л.Д. Максименко. – М.: Колос, 1964. 72 с.

68. Макаров Л.Х. Соргові культури: монографія / Л.Х. Макаров. – Херсон: Айлант, 2006. – 263 с.

69. Макаров Л.Х. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка): монографія / Л.Х. Макаров, М.В. Скорий. – Херсон – Айлант, 2009, 224 с.

70. Малиновский Б.Н. Сахарное сорго / Б.Н. Малиновский // Кукуруза и сорго. - 1988. – Ч. 5. - С. 26-27.

71. Малиновский Б.Н. Проблемы и перспективы производства и использования новых энергетических технологий в сельскохозяйственном производстве России / Б.Н. Малиновский // Перспективы, опыт производства и использования альтернативных видов топлива в сельском хозяйстве. Сб. науч. тр. – Зерноград: ВНИИПТИМЭСХ, 2007. – С. 81–86.

72. Малиновский Б.Н. Влияние удобрений и накопление сахаров в сорго / Б.Н. Малиновский , А.А. Смиловенко // Кукуруза и сорго. – 1985. - № 6. - С. 25-26.

73. Малиновский Б.Н., Образцы сорго для селекции сорго с повышенным содержанием сахаров / Б.Н. Малиновский , Л.А. Смиловенко // Селекция и семеноводство. -1986. – № 5. - С. 29-30.

74. Малых И.П. Густота растений в смешанном посеве кукурузы, сорго и сои / И.П. Малых // Резервы создания полноценной кормовой базы в Зап. Сибири: Сб. науч. тр. Ом. СХИ, 1984. – С. 8-14.

75. Мангуш П.А. Агроклиматическое обоснование возделывания сорго / П.А. Мангуш // Кукуруза и сорго. – 1998. – №2. – С. 20-22.

76. Массино И.В. Состояние и перспективы производства сорго в Узбекистане / И.В Массино. – Ташкент, 1977. – 32 с.

77. Махортов Ю.А. Еколого-економічна оцінка системи застосування мінеральних добрив / Ю.А. Махортов // Вісник аграрної науки. – 2001. - №7. – С.64-66.

78. Медведев Г.А. Продуктивность зернового сорго в зависимости от предпосевной подготовки почвы и нормы высева / Г.А. Медведев, А.М. Кулешов // Кукуруза и сорго. – 1997. – №5. – С. 19-20.

79. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в с.-г. виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. - К. Урожай, 1988.- 206 с.

80. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – К. : Урожай, 1986. – 117 с.

81. Методические указания по производству гибридных и сортовых семян сорговых культур. – М.: Колос, 1968. – 48 с.

82. Микитенко В.В. Інноваційні підходи до оцінки прогнозування ефективності технологій / В.В. Микитенко // Проблеми науки. - 2002.- №3. – С. 32-34.

83. Муминов Х.Р. Возделывание сорго (джугары) в Каракалпакии / Х.Р. Муминов. – Ташкент: Фан, 1977. - С. 86.

84. Назаров Ю.И. Определение оптимальных доз минеральных удобрений для силосного сорго / Ю.И. Назаров // Селекция и семеноводство сорго. – Зерноград, 1985. - С. 120-127.

85. Назаров Ю.И. Расчет доз удобрений под сорговые культуры / Ю.И. Назаров, Н.А. Шепель // Вестн. с.-х .науки. – 1986. - № 6. - С. 67-72.

86. Насер А.С. Продуктивность и качество поздних яровых культур в чистых и смешанных посевах на корм без полива на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья : автореф. дисс. канд. с.-х. наук / Насер Абади Сайд. – Краснодар, 1993. - 16 с.

87. Немгиров Д.В. Сорговые культуры на черноземах Калмыкии / Д.В. Немгиров, М.М. Оконов // Кормопроизводство. – 2004. - № 4. - С. 23-25.

88. Немудров А.И. Для получения высокобелковых кормов (сорго с долихосом) / А.И. Немудров // Сел. хоз-во Туркменистана. – 1987. – № 4. - С. 22.

89. Ненайденко Г.Н. Рациональное применение удобрений при интенсивных технологиях зерновых в Нечерноземье / Г.Н. Ненайденко, М.Ф. Трифонова. – М.: Агропромиздат, 1991. - 223 с.

90. Ничипорович А.А. О фотосинтезе растений / А.А. Ничипорович. – М., 1948. - 32 с.

91. Огурцов В.Н. Итоги работ по селекции и семеноводству суданской травы и сорго в Куйбышевской области / В.Н. Огурцов // Селекция и семеноводство полевых культур. – Ульяновск, 1977. - С. 41-450.

92. Огурцов В.Н. О сравнительной оценке новых сорго-суданковых гибридов и методах их семеноводства / В.Н. Огурцов // Пути увеличения производства растительных кормов и улучшения их качества / Труды Ульяновского СХИ. –Ульяновск, 1975. - С. 71-76.

93. Олейник П.П. Сахарное сорго в ЦЗП / П.П. Олейник // Сорго. – М.: Изд.-во МСХ СССР, 1961. - С. 136-140.

94. Олексеенко Ю.Ф. Агротехнические основы возделывания сорго в степени Украинской ССР : автореф. дисс. д-ра с.-х. наук / Ю.Ф. Олексеенко. – Харьков, 1984. - 44 с.

95. Олексеенко Ю.Ф. Минеральные удобрения и продуктивность сорго / Ю.Ф. Олексеенко, С.В. Красненков // Кормопроизводство. – 1987. - № 5. - С. 28-29.

96. Олексенко Ю.Ф. Прогрессивная технология возделывания сорго / Ю.Ф. Олексенко. – К.: Урожай, 1986. – 80 с.

97. Олексенко Ю.Ф. Как продлить период использования сорго и суданки / Ю.Ф. Олексенко // Кормопроизводство. – 1983. - № 6. - С.20-21.

98. Подозерный С.Н. Особенности выращивания сорго в Херсонской области / С.Н. Подозерный // Сорго. – М.: Изд.-во МСХ ССР, 1961. - С. 98-103.

99. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні, - К., Офіційне видання, 2015 р.

100. Рахметов Д.Б., Ревунова Л.Г., Стаднічук Н.О. Інтродукція та селекція цукроносних енергетичних рослин як сировина для виробництва біоетанолу в Україні. // Матер.міжн. наук.-прак. конф. „Стан і перспективи вирощування та використання енергетичних культур”. – Миколаїв, 2013. – С. 56-57.

101. Рахметов Д.Б., Ревунова Л.Г., Шиманська О.В., Циганков С.П. та ін. Sorghum saccharatum L. Moench – перспективне джерело біоетанолу // Матер. наук.конференції «Біологічні ресурси і новітні технології виробництва біопалив». - К.: Фітосоціоцентр, 2014. – С. 70-73.
102. Рахметов Д.Б. Корабльова О.А., Андрущенко О.Л. та ін. Каталог рослин відділу нових культур. - К.: Фітосоціоцентр, 2015. – 112 с.
103. Рекомендації по вирощуванню сорго у степовій зоні Української РСР. – К.: Урожай, 1977. – С. 32-34.
104. Свиридов А.М. Скоростиглі гібриди сорго / А.М. Свиридов, В.Т. Барбарук, В.А. Фарафонов // Пропозиція. – 2006. – №5. – С. 44-45.
105. Селекция, агротехника и экономика производства сорго: Сборник научных трудов. – Зерноград, 1989. – 212 с.
106. Селекция, семеноводство и технология возделывания сорго в основных зонах страны // Сборник научных трудов. – Днепропетровск, 1984. – 130 с.
107. Смиловенко Л.А. Оценка образцов сахарного сорго в условиях Ростовской области / Л.А. Смиловенко // Селекция и семеноводство сорго: сб. науч. тр. ВНИИ сорго. – 1985. - С. 28-32.
108. Смиловенко Л.А. Характеристика коллекции сахарного сорго по содержанию сахара / Л.А. Смиловенко // Селекция, биология и агротехника сорго. – Зерноград, 1984. - С. 51-53.
109. Смиловенко П.А. Продутивность соргового поля / П.А. Смиловенко // Кормопроизводство. – 1995. – №3. – С. 29-32.
110. Смолієнко Н.Д. Методичні рекомендації до складання і розрахунку технологічних карт на вирощування і збирання сільськогосподарських культур / Н.Д. Смолієнко, С.М. Торська, Г.Є. Паламарчк, І.О. Гарболінський. – Херсон : Колос, 2007. – 34 с.
111. Совместный посев кукурузы и сорго на зеленый корм и силос (Венгрия) // Науч.-произв. опыт в сел. хоз-ве. – 1987. – С. 13-14.
112. Сорго – ценная кормовая культура: Сборник научных трудов. – Ростов, 1984. – 80 с.
113. Сорокин В.А. Некоторые вопросы возделывания сорго на силос в орошаемом земледелии Астраханской области / В.А. Сорокин // Труды Астрах, с.-х. оп. станции, 1967. – Вып. 2. - С. 108-116.
114. Сроки посева и продуктивность сорго в предгорностепной орошаемой зоне Казахстана // С.-х. экспресс- информ., 1983. - №20.-С. 35-36.
115. Стропа И.Г. Общее семеноведение полевых культур / И.Г. Стропа. – М.: Колос, 1966. – 164 с.

116. Сунатов М.С. Минеральные удобрения на смешанных посевах сорго с соей / М.С. Сунатов // Сел. хоз-во Таджикистана. – 1985. – № 10. – С. 50-53.

117. Тараріко Ю.О. Енергозберігаючі агроекосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України / Ю.О. Тараріко // Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу. – К.: ДІА, 2011. – 576 с.

118. Тараненко В.И. Сорго как кормовая культура / В.И. Тараненко. – Харьков: Изд-во Харьк. с.-х. ин-та, 1969. – 184 с.

119. Тахтаров В.П. Основная обработка почвы под сорго / В.П. Тахтаров // Земледелие. – 2003. – №2. – С. 25-26.

120. Телитников Н.Я. Кормовые свойства силоса из сахарного сорго / Н.Я. Телитников, Б.М. Михальчевский // Селекция, семеноводство и технология возделывания сорго в основных зонах страны. Днепропетровск, 1984. – С 104-109.

121. Телих К.М. Сравнительная оценка продуктивности сорго в Тульской области / К.М. Телих // Крмопроизводство. 2005 - № 2. - С. 19-21.

122. Тетюнник Б.А. Сроки сева и густота растений сорго при выращивании на зерно и силос в условиях юга Украины / Б.А. Тетюнник // Корма и кормопроизводство. – К.: Урожай, 1982. – Вып. 13. - С. 26-28.

123. Ткаченко Ф.М. Силосные культуры / Ф.М. Ткаченко, А.П. Синицына, Г.В. Чубарова. – М.: Колос, 1974. - 227 с.

124. Тохтаров В.П. Возделывание сорго в чистых и смешанных посевах в нижнем Поволжье / В.П. Тохтаров // Селекция, семеноводство и технология возделывания сорго в основных зонах страны. – Днепропетровск, 1984. – С. 89-97.

125. Типенок Л.Н. Хранение семян сорго / Л.Н. Типенок. – М.: Колос, 1984. – 46 с.

126. Трибель С.О. Совки / Трибель С.О., Федоренко В.П., Лапа О.М. – К.: Колобіг, 2004. – С. 72.

127. Устенко З.Ф. Агротехника сорго на зерно, силос и зеленый корм в юго-западных районах Одесской области З.Ф. Устенко // Сорго. Изд. МСХ СССР, 1961. – С. 104-106.

128. Ушкаренко В. О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур / В. О. Ушкаренко, П. Н. Лазар, А. І. Остапенко, І. О. Бойко. – Херсон : Колос, 1997. – 21 с.

129. Фарафонов В.А. Сорго – потенційно стратегічна культура / В.А. Фарафонов // Хімія. Агрохімія. Сервіс. – 2003 – №17. – С. 4.

130. Фатеева О. Ценная культура / О. Фатеева, С. Дюсембеков // С.-х. хоз-во Казахстана. – 1984. - № 1. - С. 29-30.

131. Филатов Ф.И. Основные вопросы агротехники сорго в Поволжье / Ф.И. Филатов // Сорго. – М.: Изд. МСХ СССР. 1961. - С.112-114.

132. Филиппова Н.И. Сорго как сырье для производства крахмалопродуктов / Н.И. Филиппова. – М., 1978. – 40 с.

133. Хлиннюк С.А. Биологические особенности и селекционная ценность сортов и образцов сахарного сорго в условиях Северного Казахстана : автореф. дисс… канд. с.х. наук / С.А. Хлиннюк. – Санкт-Петербург, 1993. - 16 с.

134. Худенко М.Н. Продуктивность чистых и смешанных посевов кукурузы и сорго / Худенко М.Н., Анюшин Е.И., Анютина Р.И., Тихомирова Е.И. // Научно обоснованное производство и пользование в Поволжье: Сб.научных трудов ПНИИЖК. – Саратов, 1989. - С. 26-34.

135. Цупенко Н.Ф. Климат Украины и урожай / Н.Ф. Цупенко. – К.: Урожай, 1975. – 50 с.

136. Шекун Г.М. Культура сорго в СССР и ее биологические особенности / Г.М. Шекун. – М.: Колос, 1964. – 140 с.

137. Шекун Г.М. Культура сорго в юго-западных районах СССР / Г.М. Шекун, И.А. Драненко. – Кишинев: Катря Молдовенескэ, 1968. – 159 с.

138. Шекун Г.М. Культура сорго на корм / Г.М. Шекун. – Кишинев: Картя Молдованяска, 1969. - 131 с.

139. Шепель Н.А. Сорго – интенсивная культура / Н.А. Шепель. – Симферополь: Таврия, 1989. – 192 с.

140. Шепель Н.А. Селекция и семеноводство гибридного сорго / Н.А. Шепель . – Ростов-на-Дону: изд-во Ростовского университета, 1985. - 256 с.

141. Шиплятников И.Д. Возделывание сорго в условиях Волгоградской области / И.Д. Шиплятников, В.П. Стоканов. – Волгоград, 1966. – 35 с.

142. Шиповский А.К. Повышение устойчивости зерновых культур к полеганию / А.К. Шиповский. – Минск: Урожай, 1983. - 111 с.

143. Шепель М.А. Соргові культури просяться на лани України / М.А. Шепель // Пропозиція. – 2004. – №6. – С. 54-55.

144. Шорин П.М. Технология возделывания и использования сахарного сорго / П.М. Шорин. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 187 с.

145. Шурыгина А.В. Способы и нормы высева сахарного сорго на светло каштановых почвах Нижнего Поволжья / А.В. Шурыгина, В.Г. Соколов // Проблемы биол., селек. и тех. возделывания и переработки сорго. – Волгоград, 1992. - С. 16-18.
146. Щербаков В.Я. Зерновое сорго / В.Я. Щербаков. – К.: Выща шк., 1983. – 191 с.
147. Щербаков В.Я. Сорго: засміченість посівів за різних прийомів вирощування / В.Я. Щербаков // Захист рослин. – 1997. – №9. – С. 11.
148. Agronomic and nutritional evaluations of forage sorghum silage // South Louisiana Exper. St. – 1978. – P. 181-188.
149. Effects of seedling rates with grain sorghum for silage grain production. – Louisiana dairy and experimental station. 1978. – P. 11-13.
150. http://journal.agrosector.com.ua/archive/19/336.
151. http://sorgo.inf.ua/index_4_12.html.
152. http://www.autoeco.info/makebe.php.
153. http://www.bioethanol.ru/bioethanol/technology.
154. http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-tekhnologii-vozdelyvaniya-sakharnogo-sorgo-v-smesi-s-kukuruzoi.
155. http://www.ecosystema.ru/07referats/cultrast/005.htm.
156. http://www.sugarconf.com/custom/files/ua_2012_04/krugl_stol/179-184.pdf.
157. http://www.zerno-ua.com/?p=2413.
158. http://www.zhros.ru/num04_2009/st7_gorpinichenko.html.
159. http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-12-53-00/766-2011-12-14-10-55-44.html.
160. Annual Energy Outlook 2007 with Projections to 2030 (http://www.eia.gov/oiaf/archive/aeo07/pdf/0383(2007).pdf)
161. Kalenska S., Rakhmetov D.B., Kalenskiy V. at al. Prospects of sorghum (sorghum moench) bioenergetic potential in Ukraine // International Scientific Conference «Rural Development: Innovations and Sustainability». – Proceedings., Kaunas, Akademija. - 2013, Vol. 6. – P. 60 – 64.
162. Stalk and sugar yield of sweet sorghum as affected by ing. // Agron. J., 1980. – 72. – № 3. – P. 523-524.
163. Sweet sorghum variety yield and sugar performance // Agr. Exper. St., 1980. – P. 36-46.

Монографія

ФЕДОРЧУК Михайло Іванович
КОКОВІХІН Сергій Васильович
КАЛЕНСЬКА Світлана Михайлівна
РАХМЕТОВ Джамал Бахлулович
ФЕДОРЧУК Валентина Григорівна
ФІЛІПОВА Інна Михайлівна
ПТАШИНСЬКА Ольга Вікторівна
КОВАЛЕНКО Олег Анатолійович
ДРОБІТЬКО Антоніна Вікторівна
ПАНФІЛОВА Антоніна Вікторівна

НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГО-БЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИ РОЩУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ СОРГО В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

Науково-методичне видання

Підписано до друку 27.10.2016 р. Формат 148х210мм.
Папір офсетний. Друк лазерний. Гарнітура Times New Roman.
Тираж 300 прим.

Друк: ФОП Бояркін Д.М.
73034, Украина, м. Херсон, вул. Полк. Кедровського, 1.
Тел.: +38 (050) 692-46-26

skoroprint.com